LUMILITE

ルミライト水環境改善技術

IKISA DAM in SAGA, Prefectural 1997, with LUMILITE Water Purify Tech.

“環境及び生態系にやさしい極めて安全性の高い
環境浄化処理技術 (自然再生技術)”

http://lumilite.jp/

国土交通省新技術登録番号:ＱＳ-070011-A,　　日本特許：第4822369号
平成29年度　環境技術実証（ETV)事業　湖沼等水質浄化技術分野に選定

ルミライト・ジャパン株式会社
河川環境綜合技術研究所

連絡先：
東京都港区芝浦4-10-1-2811
Tel: 03-6435-3962
沖縄県那覇市西2丁目16-3 4F
Tel:098-860-9036 Fax:098-860-9031
http://lumilite.jp　Email: mori@lumilite.jp

水環境問題

近年河川、湖沼・ダム・池・海などでは流域から窒素、リンの流入量増加より水質の富栄養化と淡水のアオコ問題、工場・生活汚水流入による水質汚染、海湾のヘドロが蓄積し硫化水素などの溶出、水質富栄養化による赤潮の発生、養殖場の水質劣化など様々な水質悪化による環境問題が発生しています。
このような水質汚濁は河川、湖沼、海の生物環境にも悪影響を与え、さらに悪臭など景観問題を起こし、水辺の生活環境も劣化させています。
元来、河川、湖沼、海などでは自然の浄化作用より水は自浄するべきですが、流域から肥料成分など有機物の流入量増加と生活汚水流入などにより、水は富栄養化しやすく、さらに水底に蓄積しているアオコや生物の死骸からフミンと栄養塩類の溶出が起こることで水質劣化と長期濁水が発生、微生物による水中浄化能力も衰え現状ではさまざまなところで水質悪化の悪循環が行っています。

水質、底質が悪化することで、下記の状況が起こります。

1．	ダム・河川	アオコの発生、悪臭、富栄養化　水中生態系の破壊
2．	湖沼・ため池	アオコの発生、悪臭、富栄養化、ヘドロの堆積
3．	お堀・公園池	アオコの発生、悪臭、富栄養化、ヘドロの堆積、景観悪化
4．	干拓、海湾	ヘドロ堆積、悪臭、汽水域生態系破壊、産卵場毀損、硫化水素溶出
5.	海水・淡水養殖	赤潮の発生、海洋生態系破壊、産卵場毀損、魚の減少

ルミライト技術は天然鉱物を用い、このような様々な問題を安全に解決できます。本技術は水質浄化と同時に最も重要な底質改善を促進させることで、水中に生息する微生物や動植物の活きをもどし、微生物やバクテリアによる自浄作用を助けることで自然善循環(自然再生）を取り戻せます。

ルミライトとは・・・

ルミライトは、古代の昔から建築材料として広く利用されてきた鉱物を含んでおり、鉱物組織上非常に微細であり、多孔質であり、陽イオン置換能力が200～300meq/100gであり、卓越した置換効果をもつ。
ルミライトは高純度天然モンモリロナイト、ゼオライト、ベントナイト、イルライト、石英など17種類の天然鉱物で構成されています。天然鉱石由来であり有害な成分が含まれないこと（表1）且つ土壌改良や家畜飼料など利用されているなど、日本国土交通省NETIS登録により飲料水にも使用できる安全性証明されています。
また人体に必須のカルシウム・マグネシウム・鉄・ナトリウム・カリウムなど種々のミネラルが含まれる。

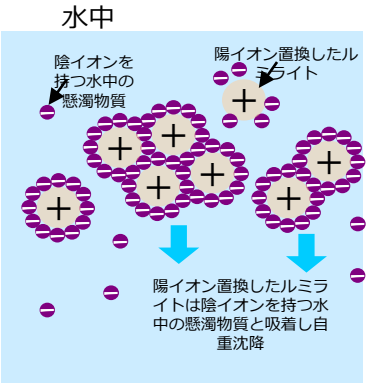
表１　LUMILITEの主成分

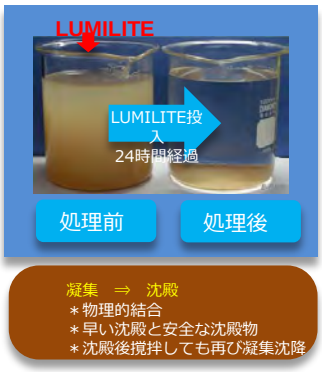
成分	名称	重量比(wt.%)
SiO_2	二酸化珪素	74~76 %
AL_2O_3	酸化アルミニウム	12~15 %
K_2O	酸化カリウム	1.5~2.5 %
Na_2O	酸化ナトリウム	0.5~2.0 %
CaO	酸化カルシウム	3.5~5.0 %
MgO	酸化マグネシウム	1.0~1.5 %
Fe_2O_3	酸化第二鉄	1.0~2.0 %
CEC	陽イオン置換能力	200~300 (meq/100g)

ルミライト技術の特徴１　水質改善

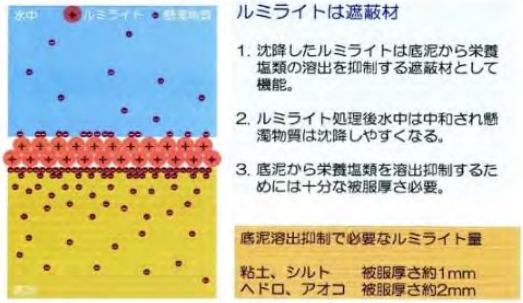
天然石由来の凝集剤ルミライトを用いて河川やダム、湖沼内の悪臭・アオコ問題を低コストで改善します。悪臭は主に水中の窒素化合物やリン等の濃度上昇により発生し、更にこの濃度上昇はアオコの異常発生の原因となります。本技術はアオコと栄養塩類（窒素やリン）など水中の懸濁物質と同時にルミライトが吸着・沈降することで散布後すぐにアオコの除去と水質改善による悪臭除去効果が発生します。他の凝集剤との違いは、沈降後のルミライトは吸着したアオコ・懸濁物質と強いブリッチ状態となり、アオコの再浮上と栄養塩類の再溶出を抑制する遮蔽機能を持っています。沈降したアオコは光合成能力が低下し、また水中からの養分も少ないことで減少・消滅していきます。結果、長期的維持が可能になります。

LUMILITEの汚濁物質吸着原理　（水中での役割）





LUMILITEの底泥での役割　①　遮蔽効果



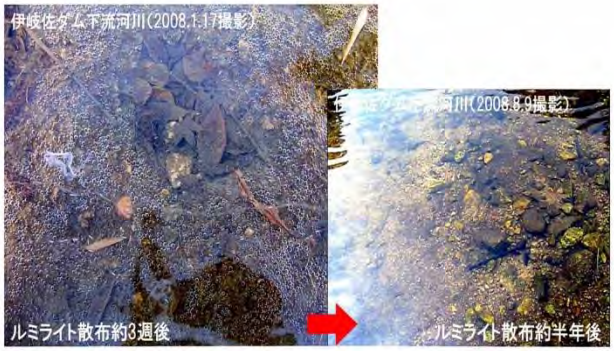
ルミライト技術　特徴２　底泥改善

池の美観を長期的に保っていくために、水質改善だけではなく、底質改善が最も重要である。ルミライト技術の施工により、すぐに透明度、悪臭など改善がされます。そして長期的な底質改善、汚泥物質の減少が始まることがこの技術の最大の特徴です。ルミライト技術は水中の懸濁物質を沈降させ、さらに汚泥からの水質劣化原因物質（窒素、リン、フミンなど）の溶出を抑制します。池底を被服したルミライトは本来その場所に生息する微生物（特に生態系の最終分解者である植物性微生物）の生態系に良い影響を与え、微生物による底泥中有機物の分解を促進します。ルミライトが底泥中の有機物分解を促進する原理は①水質の改善により河床へ届く太陽光が増加し、植物性微生物の光合成作用を促進。②ルミライトは無数な空隙があり、湖底に棲む微生物に酸素と棲家を提供。③ルミライトは微生物の成長に必要なミネラルの供給元となることなどがあげられます。長期的には好気性バクテリアの活動を促進させ、汚泥中の有機成分が減少することにより、ヘドロの減少が起こります。

ルミライトは分解バクテリアの活動拠点

1. 嫌気状態の底泥にあるアムモニア、メタンが水中に溶出しないように遮蔽する。
2. 凝集・沈降した多くの多孔質のルミライトは、最初に空気を持ち、分解バクテリアの活動を助ける。
3. ルミライト自体がバクテリアの生息、繁殖場所として役割を果たす。

底泥が分解バクテリアにより、好気状態を維持する。



ルミライトの安全性

ルミライトは河川や湖沼、ダムの水質改善に直接適応するために作られたものです。ルミライトが水質、底質、生物環境において安全であることを証明するために様々な検証実験を行いました。下記の表は検証実験の種類と結果を示しています。

分類	試験名称	試験結果
底質関連試験	土壌汚染に係わる環境基準溶出試験	全27項目適合
	土壌汚染対策法指定基準溶出	全27項目適合
	土壌汚染対策法指定基準含有量試験	全9項目適合
水質関連試験	水道用薬品類としての評価試験	全41項目適合
	河川水処理詳細分析	基準項目適合
	工場調整池水処理詳細分析	基準項目適合
生態安全性関連試験	植害試験（植害に関する栽培試験）	適合
	魚類（ヒメダカ）急性毒性試験	JIS規格準拠・適合
	魚類（ヒメダカ）急性毒性試験	OECD規格準拠・適合
	ミジンコ遊泳阻害試験	OECD規格準拠・適合
	藻類成長阻害試験	OECD規格準拠・適合

ＮＥＴＩＳ登録＆特許

平成29年度　環境技術実証（ETV)事業　湖沼等水質浄化技術分野に選定

実施機関

① 財団法人　九州産業衛生協会　環境科学センター 底質関連試験全項目、水質関連試験全項目、生態安全性関連試験中植害試験（植害に関する栽培試験）と魚類（ヒメダカ）急性毒性試験

② 財団法人　化学物質評価研究機構　久留米事業所 生態安全性関連試験中魚類（ヒメダカ）急性毒性試験、ミジンコ遊泳阻害試験、藻類成長阻害試験

その他、溶出試験、蛍光X線解析、魚類（ヤマメ・コイ）急性毒性試験（JIS規格準拠）、魚類・甲殻類・爬虫類長期飼育試験等の様々な試験を実施しましたが**ルミライトによる異常は発生しません**でした。

環境と生態を考慮した極めて安全性の高い水処理技術

河川とダム、湖沼で発生する長期濁水、富栄養化、アオコ、赤潮など様々な水質問題を解決するためにルミライト技術は生まれました。ルミライトは様々な水質劣化の現場に直接適用するため安全性と施工性が優れています。また、水処理後底部から栄養塩類などの溶出も抑制するほど強い遮蔽力をもっています。ルミライトは従来の凝集剤による処理技術を遥かに凌ぐパワー・安全性・低コストで、環境向上ニーズにお応えします。

環境省　平成29年度　環境技術実証（ETV)事業　湖沼等水質浄化技術分野に選定

ルミライト基本水処理工程

ルミライト施工する前に、水質分析を行い目的に適応した処方のルミライトを算定します。その処方されたルミライトを基本的には現場の水と攪拌させて散布します。

①実験によるルミライトの算定　②現地調査による散布方法決定　③現地施工準備

⑤水質モニタリング　④現地施工（水上から散布）　④現地施工（陸上から散布）

天然鉱物由来の凝集剤ルミライトを水面散布すると

1．アオコと栄養塩類（窒素やリン）など水中の懸濁物質を同時にルミライトが吸着・沈降する。

2．散布後、すぐにアオコなど懸濁物質の凝集により、水質改善と悪臭除去効果が起こる。

3．沈降後、ルミライトは河床材となり、吸着した懸濁物質と強いブリッチ状態となり、栄養塩類の底泥からの再溶出を遮蔽し、長期的水質改善を実現する。

4．沈降したアオコなど藻類は光合成能力が低下し、また水中からの養分も少ないことで徐々に減少・消滅する。

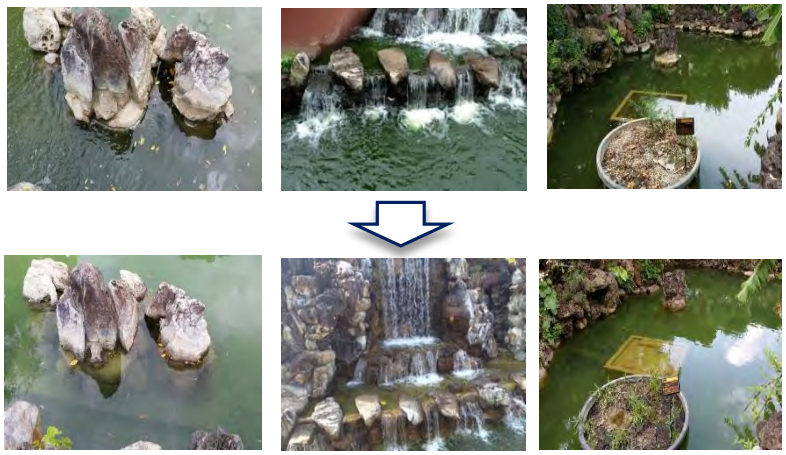
5．底泥に沈降したルミライトが自然分解のための好機バクテリアの活動、繁殖を助け長期的底質改善が促進し、水質維持に貢献する。

底質改善は、他の水処理にはない、ルミライト技術の最大の特徴です。

1．福州園

鯉、亀など悪臭を発生しやすい生物が生息し、またアオコなど藻類の異常発生により悪臭を発生するため、人工池で比較的大きい滝が設置されているため、飛散水により水の臭いが感じやすいため藻類の増殖を抑制し、池全体の水質改善・維持を行うことが重要になります。

1. 施工日：　2012.10~　メインテナンス継続中
2. 発注・管理者：　那覇市観光協会
3. 施工・メインテナンス内容：　濁水処理、アオコ処理、悪臭除去



項目	処理前	処理後
PH	7.2	7.0
COD	11.5	4.5
SS　水中固形物量　(mg/l)	19	3
DO　水中溶存酸素量 (mg/l)	1.8	3.2
T-P　リン　(mg/l)	0.83	0.13
T-N　窒素　(mg/l)	9.55	3.29
クロロフィルa (mg/㎥)	28.4	1.4

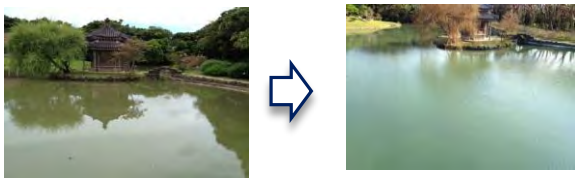
4. 事業概要

福州園約1000トン池と約500トン池は、周りの植栽から雨天時の流入、鯉、亀の糞、残餌により窒素、リン等の有機物が高くなり、濁水、アオコなど藻類の異常発生による悪臭が発生する状態であった。施工としてルミライトパウダーで水質改善を行い、それぞれろ過槽に濾過材としてルミライトチップを装填、物理的、生物ろ過を利用して、池内のパウダーと共に有機物の分解を長期的に行う工事を行った。雨天時など有機物の流入などあるため定期的なメインテナンス散布を行っている。

2．世界文化遺産　識名園

富栄養化状態になった水質により、アオミドロの異常発生、悪臭発生、景観池として水質劣化の原因である底泥改善を行う必要があった。水質改善、悪臭抑制はすぐに改善するが、長期的維持させるために時間をかけて底質改善のために有機物の分解促進をおこなう。

1. 施工日：　2012.８～　メインテナンス継続中
2. 発注・管理者：　那覇市文化財課
3. 施工・メインテナンス内容：　濁水処理、アオコ・アオミドロ処理、悪臭除去



４. 事業概要

処理水量は４０００トン、水深 1.5～3mの池、富栄養湖沼、芝管理のため肥料を使うことで湖沼内のTN,TP は高く、植物プランクトンの量クロロフィルの値が高い状態。そのために多くのアオミドロが発生し、水温の変化により水面に浮き上がる。底泥にはヘドロが溜まり、NTU 濁度とSS 水中懸濁している固形物の値も高い。ルミライト散布により底泥に被覆蓄積により長期的な改善を試みる。

項目	処理前	処理後
PH	7.4	7.2
NTU　濁度　(度)	48.3	1.07
SS　水中固形物量　(mg/l)	81.3	0.92
DO　水中溶存酸素量 (mg/l)	1.21	6.42
T-P　リン　(mg/l)	0.41	0.195
T-N　窒素　(mg/l)	5.1	2.24
クロロフィルa (mg/㎥)	124.05	2.33

3．沖縄ジ・アッタテラスゴルフリゾート

景観改善とともにアオコなど藻類の発生しにくく、悪臭もなく濁りもない水環境に維持管理しています。鯉・水生生物の生息環境にも良い状態を維持しています。

1. 施工日：　2015．7~　メインテナンス継続中
2. 発注・管理者：　ジ・アッタテラス
3. 施工・メインテナンス内容：　濁水処理、アオコ処理、悪臭除去
4. 18番クラブハウス前池　約3,200トン
5. ルミライトパウダー散布量　：　2,240kg　チップ使用量：　600kg

ATTATESASU 18#　水質分析結果			処理前 6/25/2015	処理後 7/19/2015
項目	項目名	単位		
pH	水素イオン濃度指数	-	8.1	7.3
NTU	濁度	度	18.193	2.17
SS	懸濁固形物	mg/ℓ	8.026	1.028
DO	水中溶存酸素濃度	mg/ℓ	2.015	5.013
T-P	総リン	mg/ℓ	0.215	0.02
T-N	総窒素	mg/ℓ	8.268	2.171
クロロフィルa	葉緑素	mg/m^3	9.665	1.502
COD	化学的酸素要求量		11.975	3.007

6. 事業概要

初期施工で、ルミライトパウダーを散布し水質改善させ、底泥にパウダーを被覆させたことで、底質からの栄養塩類の溶出を遮断したことで水質維持と悪臭を除去しました。そして底泥の有機物を分解バクテリアにより分解が進んでいます。水質汚染の原因となる肥料（窒素、リン）農薬の流入があるため、大雨の後など少量の散布をするメインテナンスをすることで濁水問題など解決しています。

4．PGM ゴルフリゾート沖縄　（旧　沖縄国際ゴルフ倶楽部）

新設の2段池、流入元がすでに富栄養化状態・フミン化による着色が発生。アオコ発生の抑制、景観を長期的維持するために施工。

1. 施工日：　2016.10~　メインテナンス継続中
2. 発注・管理者：　沖縄国際ゴルフ倶楽部
3. 施工・メインテナンス内容：　濁水処理、アオコ抑制・悪臭除去
4. 5番2段池　800トン／3700トン　合計　4500トン
5. ルミライトパウダー散布量　：　4,250kg　チップ使用量：1000kg

6. 事業概要

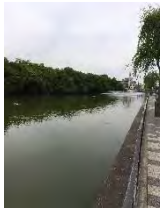
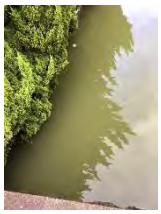
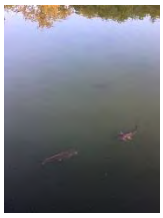
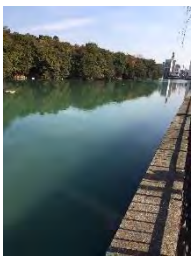
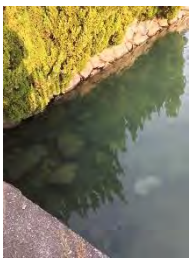
初期施工として4っの池に対してルミライトパウダーを散布して水質改善を行い、同時に底質にパウダーを被覆させ、上部へ循環するための吸水口にチップを設置。雨水などコースからの肥料、農薬など窒素、リンなどの栄養塩類の流入に対して、少量のパウダー散布によりメインテナンスを継続する。底質改善促進のためにプラズマ循環機を設置。

	上部池		下部池	
	原水濃度 2016/9/10	処理水濃度 2016/10/23	原水濃度 2016/9/10	処理水濃度 2016/10/23
pH	7.4	7.2	7.2	7.1
DO (mg/L) 水中溶存酸素量	2.3	4.1	2.6	4
SS (mg/L) 懸濁固形物量	4.92	0.98	4.83	1.18
濁度	10.29	2.02	10.03	3.16
COD（mg/L）化学的酸素要求量	18	5	16	4
T－N(mg/L) 総窒素量	2.491	0.543	2.838	0.548
T－P(mg/L)　総リン量	3.985	0.2	4.082	0.2
クロロフィルa　（mg/m³）葉緑素	13	1	12	2

5.　兵庫県明石市　県立明石公園　外堀（東）水質・底質改善　水質維持

お堀は、底泥（ヘドロ）に蓄積されたアオコの死骸、と落ち葉等の影響を受けフミンや水中の栄養塩類が多くなり富栄養化状態。夏季になると水温の上昇によりアオコ発生とフミン酸により透明度がなくなってくると同時に水中溶存酸素も少なくなり、水中の生物環境には非常に厳しい状況であった。長期的水質を改善するためには底質の改善が必要な状況でした。

1.　施工日：　2017.12
2.　発注・管理者：　兵庫県園芸・公園協会
3.　施工内容：　水質改善と悪臭除去及び底泥改善処理
4.　面積：　8,220㎡　水深1.4m　水量：11500トン
5.　平成28年度水質データ　PH　7-9～9.0　(7月～9月：8.5～9.0)透視度　15cm～26cm　臭気Σ値　270～289
6.　ルミライトパウダー散布量　：　9.8トン　（底泥被覆量：約１mm）

項目	単位	処理前 2017-11-27	1回目処理後 2017-12-02	2回目処理後＊ 2017-12-27
ｐＨ	-	7.4	7.1	7
NTU	度	18.65	2.73	3.06
SS	mg/ℓ	9.54	1.82	1.89
DO	mg/ℓ	3.16	4.88	4.83
T-P	mg/ℓ	0.35	0.11	0.1
T-N	mg/ℓ	4.28	1.72	1.64
クロロフィルa	mg/m^3	18.2	2.51	2.49

7. 事業概要

ルミライトパウダーを散布して水質改善を行い、同時に底質にパウダーを被覆することにより、底泥からの栄養塩類の溶出、悪臭を抑制させる。また長期水質改善維持のために底泥の有機物の分解を促進させる。

6.　宮古島市県道78号線　西里通り排水施設　（道路側溝）　悪臭除去

宮古島市役所に通じる県道78号線(西里通り）は、飲食店など店舗が並ぶ観光通りですが、排水側溝からの悪臭が発生していた。
この両側の側溝は、生活排水以外に飲食店などからの排水も多く、また側溝の勾配も緩く汚水が蓄積されている状況が原因と考えられる。

1. 施工日：　2013.４
2. 発注・管理者：　宮古島市　環境課
3. 施工内容：　悪臭除去と底泥改善

左側側溝				右側側溝			
測定位置	処理前	1次処理後	2次処理後	測定位置	処理前	1次処理後	2次処理後
	4月10日	4月10日	4月11日		4月10日	4月10日	4月11日
地点1	403	126	104	地点1	175	130	92
地点2	203	103	94	地点2	244	122	93
地点3	253	87	81	地点3	305	157	99
地点4	225	138	102	地点4	301	198	136
地点5	250	212	108				
地点6	171	150	109				

※ 施工前に悪臭の強い箇所を左側側溝に６地点、右側側溝に４地点設定し、処理前、１次処理後、２次処理後の3段階で悪臭強度を確認した。

※ 悪臭強度の確認は、ポータブル型ニオイセンサー　XP-329（汎用型）を使用した。

４．事業概要

約２００ｍの両側の側溝からルミライトパウダーを散布し、汚濁物質を吸着凝集してブリッジ状態にすることで、悪臭は抑制されます。
その後、底泥は微生物による分解により改善が進行する。メインテナンスとしては定期的な散布により、悪臭は抑制される。
左側溝　6地点、右側溝　4地点で2回の散布処理を行い、施工前、施工後の悪臭強度を計測した。

7. 伊江島　具志排水溜池　（生活下水貯水池）

排水処理場へ流入できなかった生活排水を沈殿させるための貯水池である。周辺住民達に悪臭被害で問題になっていた。2014年度沖縄県助成金により、悪臭除去のための定期的な散布する機械を設置している。長期的蓄積されたヘドロも減少させる効果もある。

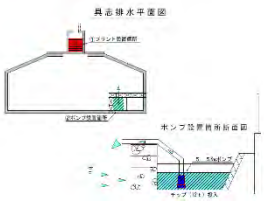
1. 施工日：　2015. 7～　散布機設置により、悪臭除去のため定期的散布メインテナンス中
2. 発注・管理者：　沖縄県伊江村
3. 施工・メインテナンス内容：　底泥改善と悪臭抑制
4.貯水池：　面積1250㎡　平均水深2m　水量2500トン
5.材料使用量　（初期施工）　パウダー　5トン　チップ　12トン
6. 事業概要

初期施工①　散布による施工：

伊江島生活下水貯水池の面積1250m2、平均水深2m、水量2500トン 流入水と底泥から悪臭発生。 惡臭除去改善のため底泥改善を開始することを目的に、初期施工としてルミライト5 トンを3 回に分けて散布した。計算では貯水池の底泥全面をルミライトで厚さ3mm 被服することになる。 施工後水質は改善され、悪臭も消え、ヘドロも生物分解により減少はじめる。

初期施工②　ルミライト濾過循環の設置施工：

池内にある濾過エリアに12トンのルミライトチップと循環ポンプを設置し、池内の循環を行う。水質改善より継続的底泥改善が目的である。



メインテナンス施工②　自動散布機による維持散布：

この溜池は隣接する濾過施設で処理できない量が処理されないまま流入する。雨が少ない時は池が枯れる事もあり底泥が露出することもあるが、雨の時期は常に満杯になる。

既に底泥に含まれている5トンのパウダーと、12トンチップによる循環による底泥改善を更に促進させることと、悪臭抑制のため、設置されている散布機から散布される。（1年間で約600ｋｇ）

項目	処理前	処理後
PH	7.1	7.3
NTU　濁度　（度）	119	1.86
SS　水中固形物量　(mg/l)	60	1.02
DO　水中溶存酸素量 (mg/l)	0.21	5.57
T-P　リン　(mg/l)	5.53	0.95
T-N　窒素　(mg/l)	57.2	8.7
ＢＯＤ　生物的酸素要求量	7.5	2.0
ＣＯＤ　化学的酸素要求量	755	5.3

ルミライト技術

ルミライト施工環境

より施工・長期維持が難しい

河川

ダム湖

城址公園など　お堀

循環機付人工公園池

ゴルフ場池

自然公園池

小規模公園池

生活排水池

農業用水池･溜池

より水循環が少ない

ルミライト技術の適応

底泥改善・水質改善・自然再生
河川、海、地下水の汚染原因、廃水と悪臭問題を解決・河川干潟再生等

濁水処理
濁水問題解決

生活廃水処理
濁水・悪臭問題決

赤潮処理

アオコ抑制・フミン質処理
景観、水質・底質問題解決
着色現象に有効

サビ・スケール処理
水道管のサビなどを解決

土壌･水質汚染（PCB、ダイオキシン、セシウム等）処理
汚染度が高い水、悪臭問題を解決

工業・畜産廃水処理
河川、海、地下水の汚染原因、廃水と悪臭問題
現存の浄化施設利用による提案

ルミライト施工実績　（日本）

活動実績　（日本）

（河川環境綜合技術研究所／ルミライト・ジャパン㈱）

2012年3月　沖縄県奥武山公園池　水処理試験施工
2012年7月　沖縄県伊江島具志生活排水溜池水処理試験施工
2012年9月　沖縄市中城村久場地内　排水路工事内排水処理
2012年10月　沖縄県那覇市世界文化遺産識名園池　水質改善処理試験施工
2012年11月　沖縄県那覇市福州園池水質改善処理施工
2013年3月　沖縄県那覇市世界文化遺産識名園池　水質維持管理契約スタート
（現在も継続中）　文化庁・那覇市によるメインテナンス契約
2013年3月　沖縄県那覇市福州園池　水質維持管理スタート（現在も継続中）
2013年7月　沖縄県宮古島市側道溝　悪臭処理施工
2013年9月　沖縄県宮古島市排水路ヘドロ有機物分解実験実施
2013年11月　茨城県平成25年度公募型新たな水質浄化空間創出に係わる実証実験
（茨城県潮来市石田川）　茨城県委託実証実験1年間開始。年間をとうしての水質維持を達成。（特にリンの年間抑制効果の証明）
2013年12月　那覇市首里　松山御殿（ラフォンテ）池水処理施工　（維持管理継続）
2014年3月　さいたま市七里総合公園池　水処理施工　（維持管理継続）
2014年3月　沖縄県那覇市世界文化遺産識名園池　水質維持管理契約継続
文化庁・那覇市によるメインテナンス契約
2014年8月　平成25年度中小企業課題解決・地域連携プロジェクト推進事業へ参加
伊江島具志生活排水池における悪臭処理及び唐小堀農業用水水質改善処理。
2015年2月　沖縄県　古宇利島　オーシャンタワー内人工滝水質改善処理施工　（維持管理継続）
2015年3月　沖縄県那覇市世界文化遺産識名園池　水質維持管理契約継続
文化庁・那覇市によるメインテナンス契約
2015年9月　沖縄県　アッタテラスゴルフ場　18番池　水処理改善施工
2015年12月　沖縄県　リンクスゴルフコース　クラブハウス前池水処理施工　維持管理
2015年12月　沖縄県北大東島　農業用水水質改善実証施工開始
2016年3月　沖縄県那覇市世界文化遺産識名園池　水質維持管理契約継続
文化庁・那覇市によるメインテナンス契約
2016年3月　沖縄県那覇市福州園池　那覇市観光協会とメインテナンス契約
2016年3月　埼玉県岩槻市城址公園内　池水質改善処理
2016年3月　沖縄県　北谷町　桑江公園内A池　水質改善施工・維持管理
2016年4月　沖縄県ものづくり助成金によりルミライト悪臭除去機作製
2016年4月　沖縄県アッタテラスゴルフ場　18 番維持管理契約
2016年6月　沖縄県　読谷村　御菓子御殿　池　水処理施工
2016年8月　埼玉県東武動物公園内　水鳥の楽園池　水処理施工及び維持管理
2016年10月　沖縄県国際ゴルフ倶楽部　5番新設コース内池　水質維持施工
2017年1月　沖縄県　北谷町　桑江公園内　B池　水質改善施工・維持管理
2017年5月　千葉県　八街市　千葉バーディクラブ　クラブハウス前景修池　水質浄化維持施工
2017年11月　兵庫県明石市　県立明石公園　城址外堀（東堀）水質・底質改善施工
2018年1月　兵庫県明石市　県立明石公園　城址外堀（東西堀）、西堀　水質・底質改善施工

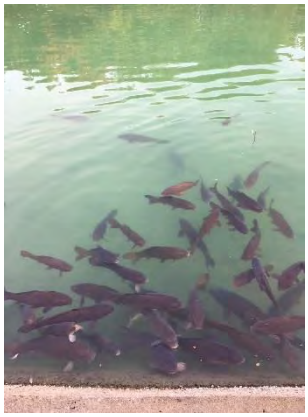
ルミライト施工実績　（中国）

活動実績（中国）　（河川環境綜合技術研究所/中国長江水利委員会）

2012 年 3 月	中国石药中润制药(内蒙古)废水处理施工
2012 年 10 月	中国惠州市陶瓷原料加工生产废水处理施工
2012 年 11 月	中国梅州市五华县鑫隆矿业生产废水水处理施工
2013 年 2 月	中国惠州市陶瓷原料加工生产废水处理施工 2 次
2013 年 5 月	中国福建省龙岩市新罗区养猪厂水处理施工
2013 年 10 月	中国浙江省宁海市海洋波养殖场水处理施工
2013 年 11 月	中国内蒙古自治区河套水务集团乾源给排水分公司污废水处理施工
2014 年 8 月	中国福建省晋江市可慕皮革水处理厂水处理施工
2014 年 12 月	中国内蒙古自治区河套务集团乾源给排水分公司污废水处理施工（二次年）
2015 年 1 月	中国内蒙古自治区河套水务集团乾源给排水分公司污废水处理施工
2015 年 2 月	中国内蒙古自治区巴彦淖尔市联邦制药厂现场水处理確認
2015 年 4 月	中国浙江省宁波市养殖场水处理施工
2015 年 5 月	中国上海市豫园景观池水处理施工
2015 年 10 月	中国福建省泉州市の生活汚汚染池の処理
2016 年 4 月	中国の広州市政府の管理湖アオコ汚染湖の処理
2016 年 5 月	中国浙江省温嶺市高濃度豚糞廃水集荷池水処理
2016 年 5 月	中国湖北省宜昌市漢方薬工場廃水処理場
2016 年 6 月	中国浙江省泰州市 DMF 高濃度廃水の現場実験
2016 年 7 月	中国浙江省台州市流動川アンモニア国検査のための地方政府の緊急川水処理
2016 年 8 月	中国湖北省武漢市の民族大学内生活排水の流入湖の処理
2016 年 9 月	中国湖北省陽新豚糞廃水処理場の水処理
2016 年 10 月	中国湖北省天福飲用水ダムの総リン処理(3 つ企業の技術競争施工、LUMILITE 勝)
2016 年 10 月	中国江蘇省南京市川水処理現場検証施工
2016 年 10 月	中国湖北省鄂州市紅蓮湖総合生態管理の入札(LUMILITE 湖アオコ悪臭水処理)
2016 年 11 月	深セン市の深セン弯の生活排水の流入水処理工事現場実験
2016 年 11 月	中国湖北省宜昌市市全リンの流入する河道処理
2016 年 12 月	中国遼寧省盘锦市廃油土壌汚染の現場実験
2016 年 12 月	湖北省武漢市民族大学の湖の水処理
2017 年 1 月	中国広東省深セン市、生活排水深セン弯流入水処理
2017 年 1 月	中国湖北省宜昌市人福薬工場(ペニシリン廃水)処理

LUMILITE

ルミライト技術による
水環境改善・自然再生　提案



環境及び生態系にやさしい極めて安全性の高い
環境浄化処理・自然再生技術

一般的池の状況

公園、ゴルフ場等にある池、河道など植栽、芝生管理のための肥料・薬品類の散布、そして雨水により流れ込むことにより、窒素，リンの多い水質となり、また刈られた芝、落ち葉などが底質に蓄積することでヘドロ化し、底泥から栄養塩類の溶出により、池の水質は富栄養化状態になります。その結果、気温の上昇に伴いアオコ等藻類が発生します。水温上昇などにより更に大量発生し、腐敗した後、沈降して悪臭を放ちます。この蓄積を毎年重ねていくと底泥のヘドロ化は進行し、アオミドロの発生など非常に処理が困難になっていきます。水はフミン質により着色することもあり更に透明度がなくなり、爽やかな水環境を阻害します。
水質改善のための様々な方法はあります。これらの問題解決のために水質浄化だけを行うだけでなく、底泥から再溶出する栄養塩類（特に藻類との関係があるリンの数値）など懸濁物質及び悪臭を抑制させることが長期的な水環境維持のために重要です。天然鉱物ルミライトを使用した技術は、安全に生態系を守り、底泥改善を進行させ、長期的に水質を改善する技術です。底泥に蓄積被覆したルミライトパウダーは、ヘドロ化した底泥を浚渫する必要もなく、有機物の分解をします。
他の水質改善技術との違いは、水質改善のために底質を改善し、自然の善循環を取り戻させる手法です。また施工もルミライトの散布が中心で、施工、メインテナンスが容易です。
ルミライト生産技術は特許取得、飲料水にも使用でき国土交通省のNETISの新技術登録もされている安全性に優れて技術です。

ルミライト施工は、短期的には藻類などの発生を抑制する水質、そして悪臭を改善し、長期的には、底質のヘドロ（有機物）を減少させる技術です。

溜池・運河　池の状況

運河、お堀、河川等、浄化された水、生活・工業廃水の流入により窒素，リンの多い水質となり、落ち葉などが底質に蓄積することでヘドロ化し、底泥から栄養塩類の溶出により、水質は富栄養化状態になります。その結果、気温の上昇に伴いアオコ等藻類が発生します。水温上昇などにより更に大量発生し、腐敗した後、沈降して悪臭を放ちます。この蓄積を毎年重ねていくと底泥のヘドロ化は進行し、アオミドロの発生など非常に処理が困難になっていきます。水はフミン質により着色することもあり更に透明度がなくなり、爽やかな水環境を阻害します。

ルミライト技術による河川・運河の底泥改善

水質改善のための様々な方法はあります。これらの問題解決のために水質浄化だけを行うだけでなく、底泥から再溶出する栄養塩類（特に藻類との関係があるリンの数値）など懸濁物質及び悪臭を抑制させることが長期的な水環境維持のために重要です。天然鉱物ルミライトを使用した技術は、安全に生態系を守り、底泥改善を進行させ、長期的に水質を改善する技術です。底泥に蓄積被覆したルミライトパウダーは、ヘドロ化した底泥を浚渫する必要もなく、有機物の分解をします。
他の水質改善技術との違いは、水質改善のために底質を改善し、自然の善循環を取り戻させる手法です。また施工もルミライトの散布が中心で、施工、メインテナンスが容易です。
ルミライト生産技術は特許取得、飲料水にも使用でき国土交通省のNETISの新技術登録もされている安全性に優れて技術です。

ルミライト施工は、短期的には藻類などの発生を抑制する水質、そして悪臭を改善し、長期的には、底質のヘドロ（有機物）を減少させる技術です。

ルミライト技術による施工方法

一般的現在水質・底質問題があり、アオコが発生している池の解決としては、ルミライト散布により、凝集剤の機能として懸濁物質を底泥に沈降させ、蓄積しているヘドロからの栄養塩類の溶出を遮蔽させて後、長期的維持させるためにルミライトが分解バクテリアの活動を促進させる。活動のサポートのために水の循環をすることが効果的です。すでに設置されている噴水などを循環機としての機能もありますが、長期的維持のためにルミライトアオコ抑制循環機を使用することもあります。循環機により積極的に藻類の種を除去し、また水循環により酸素供給がなされ分解バクテリアの活動を更に助けることになります。メインテナンスは、定期的に少量のルミライトパウダーの散布を行うことにより、水質改善と累積的に底泥にルミライトが蓄積され、有機物の分解を助けていきます。

ルミライトは難しいとされるリンの数値を抑制します。

ルミライト技術は、高品質の天然鉱石ゼオライト（素材名「ルミライト」）とカチオン置換剤を用いるもので、大規模ダムや湖などの水質浄化に向けて、九州大学工学研究院・河川環境専門の島谷幸宏（しまたにゆきひろ）教授の下に開発されたものです。浄化する対象物質に応じて、１４種類の天然石と適合するカチオン置換剤を組み合わせた処理剤を使用することにより、最も効果的な凝集沈殿を実現しました。

この技術は、2005～2007年に実施した伊岐佐ダム（佐賀県）や松原ダム（大分県）などの実証試験において、短時間で濁質沈降効果を示し、長期間観測でも有害物質の溶出はほとんど認められませんでした。特に溶解性アルミニュウムが初期値とほぼ同じ極微量に留まることが評価され、公共事業に活用できる技術として、国土交通省のNETIS(新技術情報提供システム)に登録されました。

「ルミライト」は、他のゼオライトと比較して、表面積が大きいこと、凝集ブリッジ効果が高いことが特性として挙げられ、これにカチオン添加剤を加えることにより、優れた有害物質の吸着力や溶出防止の持続力を発揮します。また対象とする有害物質を選択して凝集沈殿させるため、処理剤の少量化を図ることができます。

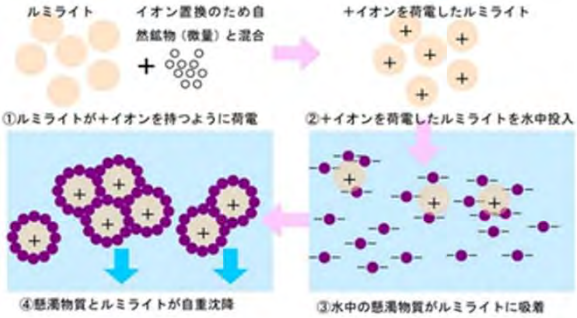
これらの特性を持つ「ルミライト」とカチオン置換剤を用いる水質浄化は、アオコ、藻類の発生などの原因となる排水処理水などに含まれ河川、溜池等問題になる抑制困難なリン数値をルミライト技術によりコントロールすることが可能です。

「平成25年度茨城県公募型新たな水質浄化空間創出事業に係わる実証実験業務」でもルミライト技術でリンの数値を年間とうして抑制される実証実験を行いました。（下記、実証試験に関する茨城県の評価報告書から）

浄化対象場所： 茨城県潮来市　石田川
実証試験期間： 平成25年12月から平成26年10月（１１ヶ月間）

１．浄化技術の原理

ゼオライト等の自然鉱物を加工して作った浄化剤（ルミライト）により、窒素、リン等の栄養塩類を凝集・沈殿・ろ過することにより浄化する（図１）



成分	重量比
SiO_2	74~76 wt.%
Al_2O_3	12~15 wt.%
K_2O	1.5~2.5 wt.%
Na_2O	0.5~2.0wt.%
CaO	3.5~5.0 wt.%
MgO	1.0~1.5 wt.%
Fe_2O_3	1.0~2.0 wt.%
TiO_2	0.2~0.5 wt.%
Sr	微量
Rb	微量
Ba	微量
Li	微量
Ig loss	1~5 wt.%

図１　技術の原理とルミライトの成分

2．実験装置概要

3つのタンク（L2.0mxW1mxH1m)を用意し、第一槽でルミライトパウダーを投入し、汚濁物質を凝集・沈殿させた。第二槽ではルミライトチップを敷きつめ、第一槽の水を通水することでろ過。第三槽ではろ過した水が濁っていた場合にサンドルミライトパウダーを投入して凝集・沈殿させ排水した。（図２）

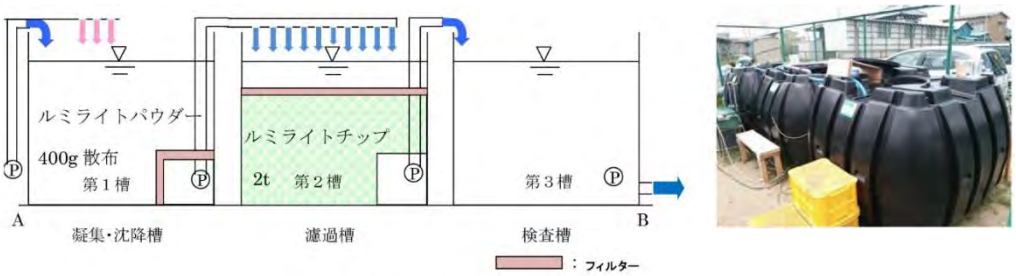


図２　装置の構造と外観

3.　装置の運転方法

処理はバッチ方式で行い、平成25年12月から平成26年4月まで、午前1回と午後１回の計２回、１日４トン処理したが、同年５月からは午前２回、午後２回の計４回、１日８トンと処理水量を２倍に増やした。

4.　技術の有効性

（１）原水と処理水の年平均値

CODやT-Pの削減率は高かった

表１　原水と処理水の水質・削減率

	原水	処理水	削減率	企業目標削減率
	mg/L	mg/L	%	(%)
COD	7.8	3.5	55.1	60
T-N	0.97	0.73	24.7	70
T-P	0.10	0.013	87.0	91

（平成 25 年 12 月から平成 26 年 10 月の平均値）

（２）原水と処理水の経月変化

・COD、リンともに年間を通じて懸濁物質を大きく削減し（図３、図４）、第一槽で凝集・沈殿させ、第二槽でろ過した効果と考えられた。但し、原水のT-P濃度が高かった12月は処理水のT-P濃度も比較的高いことから、ルミライトパウダーの投入量が少なかった可能性がある。

・CODやリンの溶存濃度も低下していたことから、溶存物質もルミライトに吸着して削減できた可能性がある。

・窒素については、ルミライトに吸着して沈殿したNH4-NがNO3-Nに硝化した可能性があり、処理水のNO3-N濃度が上昇する傾向が見られた。（図５）

ルミライト技術によるリン抑制処理

・処理水量を2倍に増やしても濃度削減率は低下しなかったことから、さらに処理水量を増やすことが可能であると考えられた。（図６）しかし、ろ過の目詰まりに至るまでの処理可能水量と目詰まりへの対応方法を明らかにする必要がある。

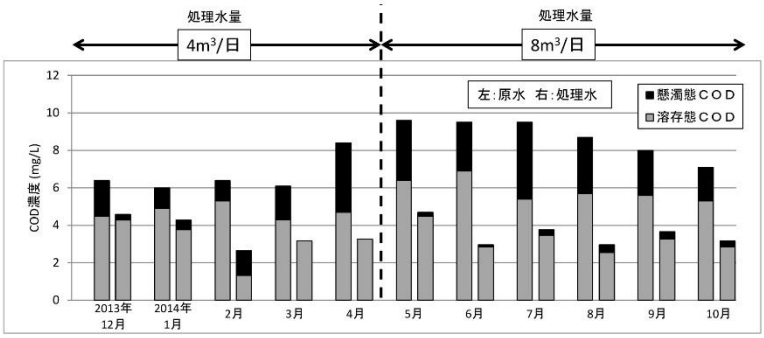


図３　原水と処理水の COD 濃度の経月変化

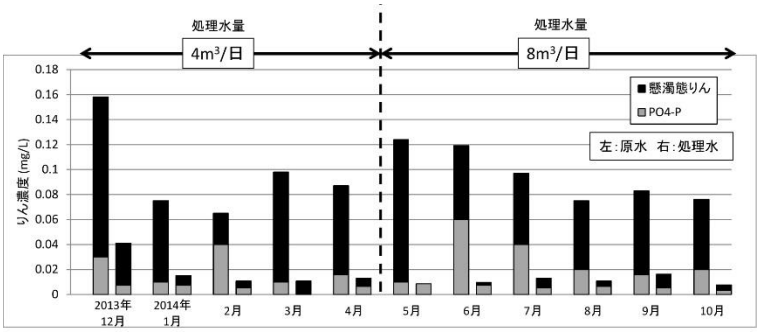


図４　原水と処理水のりん濃度の経月変化

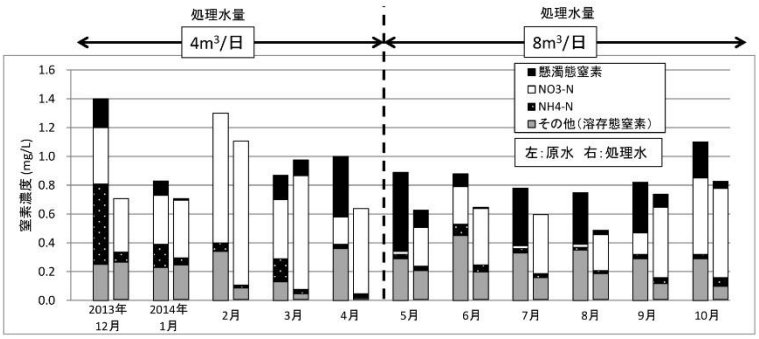


図５　原水と処理水の窒素濃度の経月変化

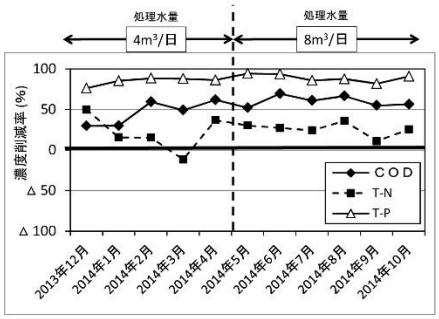


図６　COD，T-N，T-P 濃度削減率の経月変化

（３）技術の有効性のまとめ

・CODの削減率は55.1%、T-Pの削減率は87.7%と高かったが、企業が設定した目標削減率（COD:60%,T-P:91%)を達成することはできなかった。

・CODやリンの懸濁物質、溶存物質ともに凝集及び吸着し、沈殿・ろ過することで削減できた。

・処理水量を2倍に増やしても濃度削減率は低下しなかったことから、短期的には、さらに処理水量を増やすことが可能であると考えられた。

・この実験装置では連続処理や長期運転を行った場合は、ろ過の目詰まりが生じることが考えられるため、処理可能水量を明らかにする必要がある。

5.　環境への配慮

・装置の騒音による周辺住民から苦情はなかった。

・装置からの悪臭はなかった

・処理水のpHは7.6～8.0、ＤＯ濃度は6.3～12ｍｇ/Ｌであり、魚類等の生態系に影響を及ぼすような数値ではなかった。
[pH:6.5~8.5, DO濃度：5mg/L以上;環境省生活環境の保全に関する環境基準(河川）、Ｃ類型(水産3級：コイ、フナ等、β－中腐水性水域の水産生物用)

6．　技術の汎用性

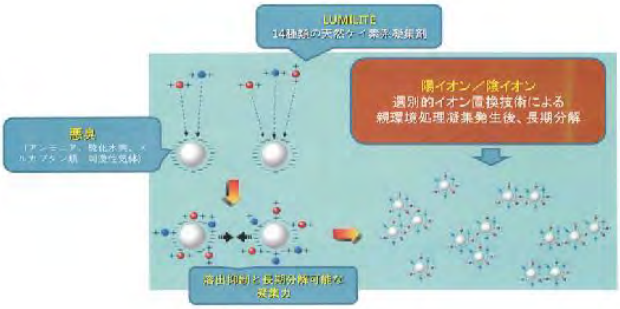
浄化効率は高いので、装置規模の拡大、目詰まりまでの処理水量を把握した上での連続運転を行うことにより河川に対応できると考えられる。

以上、「平成25年度茨城県公募型新たな水質浄化空間創出事業に係わる実証実験業務」においての茨城県の評価書です。実際に湖沼、河川に適応処理する場合、直接水面散布、そして底泥に被覆させることで有機物など懸濁物質の再溶出を抑制され、分解バクテリアにより有機物の分解が促進されます。

天然鉱物ルミライトの特徴

温度と湿度を調節する環境的にとても優れた材料であり、比熱が高く断熱効果がある。
ルミライトの微細気孔によって有害物質を吸着除去すると同時に、大量の遠赤外線とマイナスイオンを放出する。
ルミライトは粒子の大きさが数十～数百ナノメーターであり、非常に高純度で微細気孔が良く発達しており揮発性有機化合物（VOC)やホルムアルデヒドのような有害物質の吸着にも効果があり、化学的吸着力が強く、一般的に悪臭の原因物質も吸着し悪臭除去にも卓越した効果がある。

ルミライト　イオン置換技術による悪臭除去と分解のメカニズム



悪臭の原因である空気中のアンモニア、硫化水素、メルカブタン類など刺激性気体は、天然ケイ素由来の凝集剤であるルミライトパウダーを散布することにより、すぐ吸着し悪臭除去効果が直ちに発生します。
付着の原理は水中の懸濁物質の吸着原理と同じであり、ルミライトがもつ強い磁性により、悪臭原因物質の粒子が吸着することです。一度ルミライトの表面に付着したアンモニア、硫化水素などの悪臭原因物質は、ルミライトと強く結合しなかなか離れません。またルミライトは多孔質であるため、バクテリアの棲家としては非常に最適なものです。ルミライトの表面に付着したアンモニア、硫化水素などはバクテリアによって分解します。特に植物性バクテリアは、自然界のなかで最終分解者としてしられており、有機物の分解に最も寄与するものです。
植物性バクテリアが繁殖するためには条件があります。代表的なことを挙げると①光合成のための光量、②栄養（例としてアンモニアなどは植物性バクテリアの成長に必要な窒素肥料のような役割を担当します）、③棲家（ルミライトが持つ無数な空隙は植物性バクテリアがすみやすい環境と酸素を提供します）などがあります。このような条件が揃うと植物性バクテリアは、爆発的に増加し周辺の有機物（もちろん刺激性気体のほとんどは有機物由来）を分解します。
一定時間が経過し周辺の有機物がなくなると栄養が取れなくなり植物性バクテリアは減少します。　即ち、ルミライトは長期的には、バクテリアの活動を助け刺激性気体の原因物質の自然分解を促進させます。

悪臭除去対策

一般的には水がある場所で悪臭が発生します。人工的な池などの富栄養化状態による悪臭は水質・底資質改善を行い、水排水・汚水処理施設、浄化槽では即効性の助材として使用、既存施設の処理能力向上、悪臭除去ができます。また水路、生活排水が流れる側溝、ドブ川、排水溝、排水口、生ゴミ置き場、公園のトイレ、汲み取り式トイレ、簡易式トイレ、グリストラップなどの悪臭軽減及び有機汚泥改善効果により底面のヘドロの分解をします。また現場直接散布により、悪臭原因物質を直接吸着し、遮蔽することで即効性ある悪臭対策にも最適です。

ルミライトの主成分と安全性

河川環境綜合技術研究所

ルミライト・ジャパン株式会社

1. Lumilite の主な成分

Lumilite の主な成分は SiO_2，，AL_2O_3，K_2O，Na_2O，CaO，MgO，Fe_2O_3，TiO_2，Sr，Rb，Ba，Li などで構成されている．下記の表は成分と重量比を示す.

表－1　Lumilite の成分表

成分	重量比(wt.%)
SiO_2	74~76 %
AL_2O_3	12~15 %
K_2O	1.5~2.5 %
Na_2O	0.5~2.0 %
CaO	3.5~5.0 %
MgO	1.0~1.5 %
Fe_2O_3	1.0~2.0 %
TiO_2	0.2~0.5 %
Sr	微量
Rb	微量
Ba	微量
Li	微量
Lg loss	1~5 %

写真-1　　天然鉱物水処理剤 Lumilite

2. 安全性の確認

現地での適用を行うにあたり，Lumilite 散布後の水質・底質に関わる安全性と生物に関わる安全性について様々な試験・分析を実施し，その安全性について検討を行った．主な試験内容を以下に示す．

□ 水質・底質関連試験

・ 土壌汚染に係わる環境基準溶出試験（全 27 項目適合）・・・・・・・・資料-1
・ 土壌汚染対策法指定基準溶出（全 27 項目適合）・・・・・・・・・・・資料-2
・ 土壌汚染対策法指定基準含有量試験（全 9 項目適合）・・・・・・・資料-3
・ 水道用薬品類としての評価試験（全 41 項目適合）・・・・・・・・・・資料-4
・ 河川水処理詳細分析（基準項目適合）・・・・・・・・・・・・・・・資料-5
・ 工場調整池水処理詳細分析（基準項目適合）・・・・・・・・・・・・資料-6

□ 生態安全性試験

・ 植害試験（植物に対する害に関する栽培試験）（59 農蚕第 1943 号通達に準拠）・・・・・資料-7
・ 魚類（ヒメダカ）急性毒性試験（JIS 規格準拠）・・・・・・・・・・資料-8
・ 魚類（ヒメダカ）急性毒性試験（OECD 規格準拠）・・・・・・・・・資料-9
・ ミジンコ遊泳阻害試験（OECD 規格準拠）・・・・・・・・・・・・・資料-10
・ 藻類成長阻害試験（OECD 規格準拠）・・・・・・・・・・・・・・資料-11

その他，ダム湖底を再現した溶出試験，蛍光 X 線解析・X 線解析，魚類（ヤマメ・コイ）急性毒性試験（JIS 規格準拠），魚類・甲殻類・爬虫類長期飼育試験等の様々な試験を実施した．

資料-1　　土壌汚染に係わる環境基準溶出試験結果（全 27 項目適合）

項目名	単位	Lumilite	土壌汚染指定基準 溶出量基準
四塩化炭素	mg/L	0.0002 未満	0.002mg/l以下
1,2-ジクロロエタン	mg/L	0.0004 未満	0.004mg/l以下
1,1-ジクロロエチレン	mg/L	0.002 未満	0.02mg/l以下
シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	0.004 未満	0.04mg/l以下
ジクロロメタン	mg/L	0.002 未満	0.002mg/l以下
1,3-ジクロロプロペン	mg/L	0.0002 未満	0.02mg/l以下
テトラクロロエチレン	mg/L	0.001 未満	0.01mg/l以下
1,1,1-トリクロロエタン	mg/L	0.01 未満	1mg/l以下
1,1,2-トリクロロエタン	mg/L	0.0006 未満	0.006mg/l以下
トリクロロエチレン	mg/L	0.003 未満	0.03mg/l以下
ベンゼン	mg/L	0.001 未満	0.01mg/l以下
カドミウム	mg/L	0.001 未満	0.01mg/l以下
六価クロム	mg/L	0.005 未満	0.05mg/l以下
全シアン	mg/L	0.1 未満	検出されないこと
総水銀	mg/L	0.0005 未満	0.0005mg/l以下
アルキル水銀	mg/L	0.0005 未満	検出されないこと
セレン	mg/L	0.001 未満	0.01mg/l以下
鉛	mg/L	0.002	0.01mg/l以下
砒素	mg/L	0.004	0.01mg/l以下
ふっ素	mg/L	0.32	0.8mg/l以下
ほう素	mg/L	0.01 未満	1mg/l以下
シマジン	mg/L	0.0003 未満	0.003mg/l以下
チオベンカルブ	mg/L	0.002 未満	0.02mg/l以下
チウラム	mg/L	0.0006 未満	0.006mg/l以下
PCB	mg/L	0.0005 未満	検出されないこと
有機燐	mg/L	0.1 未満	検出されないこと
銅又はその化合物	mg/L	0.01 未満	-

・土壌汚染に係わる環境基準は全項目で満足している。
・検液調整：H3環境庁告示46号付表

資料-2　　土壌汚染対策法指定基準溶出試験結果（全 27 項目適合）

項目名		単位	Lumilite	適合（○） 不適合（×）	土壌溶出量基準
第1種特定有害物質	四塩化炭素	mg/L	0.0002 未満	○	0.002mg/l以下
	1,2-ジクロロエタン	mg/L	0.0004 未満	○	0.004mg/l以下
	1,1-ジクロロエチレン	mg/L	0.002 未満	○	0.02mg/l以下
	シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	0.004 未満	○	0.04mg/l以下
	ジクロロメタン	mg/L	0.002 未満	○	0.002mg/l以下
	1,3-ジクロロプロペン	mg/L	0.0002 未満	○	0.02mg/l以下
	テトラクロロエチレン	mg/L	0.001 未満	○	0.01mg/l以下
	1,1,1-トリクロロエタン	mg/L	0.01 未満	○	1mg/l以下
	1,1,2-トリクロロエタン	mg/L	0.0006 未満	○	0.006mg/l以下
	トリクロロエチレン	mg/L	0.003 未満	○	0.03mg/l以下
	ベンゼン	mg/L	0.001 未満	○	0.01mg/l以下
第2種特定有害物質	カドミウム及びその化合物	mg/L	0.001 未満	○	0.01mg/l以下
	六価クロム化合物	mg/L	0.005 未満	○	0.05mg/l以下
	シアン化合物	mg/L	0.1 未満	○	検出されないこと
	水銀及びその化合物	mg/L	0.0005 未満	○	水銀が0.0005mg/l以下、かつ、アルキル水銀が検出されないこと
	セレン及びその化合物	mg/L	0.001 未満	○	0.01mg/l以下
	鉛及びその化合物	mg/L	0.002	○	0.01mg/l以下
	砒素及びその化合物	mg/L	0.004	○	0.01mg/l以下
	ふっ素及びその化合物	mg/L	0.32	○	0.8mg/l以下
	ほう素及びその化合物	mg/L	0.01 未満	○	1mg/l以下
第3種特定有害物質	シマジン	mg/L	0.0003 未満	○	0.003mg/l以下
	チオベンカルブ	mg/L	0.002 未満	○	0.02mg/l以下
	チウラム	mg/L	0.0006 未満	○	0.006mg/l以下
	ポリ塩化ビフェニール	mg/L	0.0005 未満	○	検出されないこと
	有機リン化合物	mg/L	0.1 未満	○	検出されないこと

第1種特定有害物質　：　揮発性有機化合物

第2種特定有害物質　：　重金属等

第3種特定有害物質　：　農薬/農薬+PCB

資料-3　　土壌汚染対策法指定基準含有量試験結果（全９項目適合）

項目名		単位	Lumilite	適合（○） 不適合（×）	土壌溶出量基準
第2種特定有害物質	カドミウム及びその化合物	mg/kg	0.1 未満	○	150mg/kg以下
	六価クロム化合物	mg/kg	0.5 未満	○	250mg/kg以下
	シアン化合物	mg/kg	1 未満	○	50mg/kg以下（遊離シアンとして）
	水銀及びその化合物	mg/kg	0.1 未満	○	15mg/kg以下
	セレン及びその化合物	mg/kg	0.1 未満	○	150mg/kg以下
	鉛及びその化合物	mg/kg	8	○	150mg/kg以下
	砒素及びその化合物	mg/kg	0.2	○	150mg/kg以下
	ふっ素及びその化合物	mg/kg	25	○	4000mg/kg以下
	ほう素及びその化合物	mg/kg	0.5 未満	○	4000mg/kg以下

第1種特定有害物質　：　揮発性有機化合物
第2種特定有害物質　：　重金属等
第3種特定有害物質　：　農薬/農薬+PCB

資料-4　　水道用薬品類としての評価試験（全 41 項目適合）

項目	単位	Lumilite 試験溶液 n=1	Lumilite 試験溶液 n=2	報告下限値	評価基準	適(○)/不適(×)
カドミウム及びその化合物	mg/L	<0.0001	<0.0001	0.0001	0.001	○
水銀及びその化合物	mg/L	<0.000005	<0.000005	0.000005	0.00005	○
セレン及びその化合物	mg/L	<0.0001	<0.0001	0.0001	0.001	○
鉛及びその化合物	mg/L	<0.0001	<0.0001	0.0001	0.001	○
ヒ素及びその化合物	mg/L	<0.0001	<0.0001	0.0001	0.001	○
六価クロム化合物	mg/L	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.005	○
シアン化物イオン及び塩化シアン	mg/L	<0.0001	<0.0001	0.0001	0.001	○
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	mg/L	<0.1	<0.1	0.1	1	○
ホウ素及びその化合物	mg/L	<0.01	<0.01	0.01	0.1	○
四塩化炭素	mg/L	<0.00002	<0.00002	0.00002	0.0002	○
1,4-ジオキサン	mg/L	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.005	○
1,2-ジクロロエタン	mg/L	<0.00004	<0.00004	0.00004	0.0004	○
1,1-ジクロロエチレン	mg/L	<0.0002	<0.0002	0.0002	0.002	○
シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.0004	<0.0004	0.0004	0.004	○
ジクロロメタン	mg/L	<0.0002	<0.0002	0.0002	0.002	○
テトラクロロエチレン	mg/L	<0.0001	<0.0001	0.0001	0.001	○
1,1,2-トリクロロエタン	mg/L	<0.00006	<0.00006	0.00006	0.0006	○
トリクロロエチレン	mg/L	<0.0003	<0.0003	0.0003	0.003	○
ベンゼン	mg/L	<0.0001	<0.0001	0.0001	0.001	○
臭素酸	mg/L	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.005	○
亜鉛及びその化合物	mg/L	<0.01	<0.01	0.01	0.1	○
鉄及びその化合物	mg/L	<0.003	<0.003	0.003	0.03	○
銅及びその化合物	mg/L	<0.01	<0.01	0.01	0.1	○
マンガン及びその化合物	mg/L	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.005	○
陰イオン界面活性剤	mg/L	<0.002	<0.002	0.002	0.02	○
非イオン界面活性剤	mg/L	<0.0005	<0.0005	0.0005	0.005	○
フェノール類	mg/L	<0.00005	<0.00005	0.00005	0.0005	○
有機物(全有機炭素(TOC)の量)	mg/L	0.13	0.13	0.05	0.5	○
味	−	異常なし	異常なし	−	異常でないこと	○
臭気	−	異常なし	異常なし	−	異常でないこと	○
色度	度	<0.05	<0.05	0.05	0.5	○
ニッケル及びその化合物	mg/L	<0.0001	<0.0001	0.0001	0.001	○
アンチモン及びその化合物	mg/L	<0.00015	<0.00015	0.00015	0.0015	○
モリブデン及びその化合物	mg/L	<0.0007	<0.0007	0.0007	0.007	○
ウラン及びその化合物	mg/L	<0.00002	<0.00002	0.00002	0.0002	○
バリウム及びその化合物	mg/L	<0.007	<0.007	0.007	0.07	○
銀及びその化合物	mg/L	<0.001	<0.001	0.001	0.01	○
アクリルアミド	mg/L	<0.000005	<0.000005	0.000005	0.00005	○
二酸化塩素	mg/L	<0.06	<0.06	0.06	0.6	○
亜塩素酸	mg/L	<0.06	<0.06	0.06	0.6	○
塩素酸	mg/L	<0.06	<0.06	0.06	0.6	○

試験溶液の調整方法　：　水道用薬品類の評価のための試験方法ガイドライン　平成16年3月(最終改定平成19年3月)の
5.2.9粉末活性炭の試験溶液調整
最大注入率　Lumiliteト40mg/L＋イオン置換剤10μl/L

水質分析方法　：　水道用薬品類の評価のための試験方法ガイドライン　平成16年3月(最終改定平成19年3月)に示す方法
(厚生労働省告示261号及びH15健水発1010001号を含む)

資料-5　　河川水処理詳細分析（基準項目適合）

	項目名	単位	河川水	河川水（処理）
生活環境	pH		7.4	7.2
	BOD（生物化学的酸素要求量）	mg/L	0.6	<0.5
	COD（化学的酸素要求量）	mg/L	3.7	2.5
	SS（浮遊物質量）	mg/L	7	<1
	DO（溶存酸素量）	mg/L	7.9	8.0
	大腸菌群数	MPN/100mL	3300	4900
	T-N（全窒素）	mg/L	1.62	1.62
	T-P（全リン）	mg/L	0.081	0.036
	亜鉛	mg/L	0.002	0.002
健康	カドミウム	mg/L	<0.001	<0.001
	シアン	mg/L	<0.1	<0.1
	鉛	mg/L	<0.001	<0.001
	六価クロム	mg/L	<0.005	<0.005
	砒素	mg/L	0.001	0.001
	水銀	mg/L	<0.0005	<0.0005
	アルキル水銀	mg/L	<0.0005	<0.0005
	PCB	mg/L	<0.0005	<0.0005
	ジクロロメタン	mg/L	<0.002	<0.002
	四塩化炭素	mg/L	<0.0002	<0.0002
	1,2-ジクロロエタン	mg/L	<0.0004	<0.0004
	1,1-ジクロロエチレン	mg/L	<0.002	<0.002
	シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.004	<0.004
	1,1,1-トリクロロエタン	mg/L	<0.001	<0.001
	1,1,2-トリクロロエタン	mg/L	<0.0006	<0.0006
	トリクロロエチレン	mg/L	<0.003	<0.003
	テトラクロロエチレン	mg/L	<0.001	<0.001
	1,3-ジクロロプロペン	mg/L	<0.0002	<0.0002
	チウラム	mg/L	<0.0006	<0.0006
	シマジン	mg/L	<0.0003	<0.0003
	チオベンカルブ	mg/L	<0.002	<0.002
	ベンゼン	mg/L	<0.001	<0.001
	セレン	mg/L	<0.001	<0.001
	ふっ素	mg/L	<0.1	<0.1
	ほう素	mg/L	0.03	0.04
水道水源	トリハロメタン生成能	mg/L	0.06	0.05
	2-メチルイソボルネオール	ng/L	<5	<5
	ジェオスミン	ng/L	<5	<5
富栄養化	アンモニウム態窒素	mg/L	0.06	0.06
	亜硝酸性窒素	mg/L	0.012	0.011
	硝酸性窒素	mg/L	1.37	1.38
	オルトリン酸態リン	mg/L	0.061	0.023
	クロロフィルa	μg/L	<2	<2
	フェオフィチン	mg/L	0.002	<0.002
その他	濁度	度	3.7	0.3
	溶解性アルミニウム	mg/L	0.06	0.03
	銅	mg/L	<0.01	<0.01
	カルシウム	mg/L	8.2	8.4

試料採取　：　平成19年10月12日
処理条件　：　Lumilite 30mg/L

資料-6　　工場調整池水処理詳細分析（基準項目適合）

	項目名	単位	工場調整池水	工場調整池水（処理）	基準値
生活環境	水素イオン濃度		7.6	7.3	5.8～8.6（海域外）
	生物化学的酸素要求量	mg/L	1.6	0.7	160mg/L以下（日間平均120mg/L）
	化学的酸素要求量	mg/L	5.9	2.8	160mg/L以下（日間平均120mg/L）
	浮遊物質量	mg/L	21	<1	200mg/L以下（日間平均150mg/L）
	ノルマルヘキサン抽出物質（鉱油類含有量）	mg/L	<0.5	<0.5	5mg/L以下
	ノルマルヘキサン抽出物質（動植物油脂類含有量）	mg/L	0.5	0.6	30mg/L以下
	フェノール類含有量	mg/L	<0.02	<0.02	5mg/L以下
	銅含有量	mg/L	<0.01	<0.01	3mg/L以下
	亜鉛含有量	mg/L	<0.01	<0.01	2mg/L以下
	溶解性鉄含有量	mg/L	0.03	<0.01	10mg/L以下
	溶解性マンガン含有量	mg/L	<0.01	<0.01	10mg/L以下
	クロム含有量	mg/L	<0.05	<0.05	2mg／l以下
	大腸菌群数	個/mL	11	不検出	日平均3000個/cm3以下
	窒素含有量	mg/L	0.72	0.30	120mg/L以下（日間平均60mg/L）
	燐含有量	mg/L	0.055	0.006	16mg/L以下（日間平均8mg/L）
有害物質	カドミウム及びその化合物	mg/L	<0.01	<0.01	0.1mg/L以下
	シアン化合物	mg/L	<0.1	<0.1	1mg/L以下
	鉛及びその化合物	mg/L	<0.01	<0.01	0.1mg/L以下
	六価クロム化合物	mg/L	<0.05	<0.05	0.5mg/L以下
	砒素及びその化合物	mg/L	<0.01	<0.01	0.1mg/L以下
	水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	mg/L	<0.0005	<0.0005	0.005mg/L以下
	ポリ塩化ビフェニル	mg/L	<0.0003	<0.0003	0.003mg/L以下
	有機燐化合物	mg/L	<0.1	<0.1	1mg/L以下
	アルキル水銀化合物	mg/L	<0.0005	<0.0005	検出されないこと
	トリクロロエチレン	mg/L	<0.03	<0.03	0.3mg/L以下
	テトラクロロエチレン	mg/L	<0.01	<0.01	0.1mg/L以下
	四塩化炭素	mg/L	<0.002	<0.002	0.02mg/L以下
	ジクロロメタン	mg/L	<0.02	<0.02	0.2mg/L以下
	1.2-ジクロロエタン	mg/L	<0.004	<0.004	0.04mg/L以下
	1.1.1-トリクロロエタン	mg/L	<0.01	<0.01	3mg/L以下
	1.1.2-トリクロロエタン	mg/L	<0.006	<0.006	0.06mg/L以下
	1.1-ジクロロエチレン	mg/L	<0.02	<0.02	0.2mg/L以下
	シス-1,2-ジクロロエチレン	mg/L	<0.04	<0.04	0.4mg/L以下
	1.3-ジクロロプロペン	mg/L	<0.002	<0.002	0.02mg/L以下
	チウラム	mg/L	<0.006	<0.006	0.06mg/L以下
	シマジン	mg/L	<0.003	<0.003	0.03mg/L以下
	チオベンカルブ	mg/L	<0.02	<0.02	0.2mg/L以下
	ベンゼン	mg/L	<0.01	<0.01	0.1mg/L以下
	セレン及びその化合物	mg/L	<0.01	<0.01	0.1mg/L以下
	ほう素及びその化合物	mg/L	<0.1	<0.1	10mg/L以下
	ふっ素及びその化合物	mg/L	<0.8	<0.8	8mg/L以下
	アンモニア、アンモニア化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物	mg/L	0.03	0.02	100mg/L以下
その他	溶存酸素量	mg/L	7.9	8.8	
	溶解性アルミニウム	mg/L	0.04	0.05	
	カルシウム	mg/L	11.4	11.5	

試料採取　：　平成19年10月12日
処理条件　：　Lumilite 60mg/L

資料-7　　植害試験（植物に対する害に関する栽培試験）
（59 農蚕第 1943 号通達に準拠）

平成 19 年 11 月 6 日

試　験　報　告　書

～植物に対する害に関する栽培試験～

〒839-0809 福岡県久留米市東合川 6-4-23
財団法人九州産業衛生協会
環境科学センター

1. 被　験　物　質　Lumilite
2. 試 験 委 託 者　財団法人九州産業衛生協会環境科学センター
3. 試　験　目　的　Lumilite 処理水によるコマツナの発芽、発芽後の生育支障の有無とその程度を調べる。
4. 試　験　方　法　植物に対する害に関する栽培試験の方法(昭和 59 年 4 月 18 日付け 59 農蚕第 1943 号農林水産省農蚕園芸局通達（抄)）に準じる
5. 試　験　日　程　播 種 日 （ 開 始 ）　2007 年 10 月 15 日
   収穫量調査日（終了）　2007 年 11 月 5 日
6. 試験材料と方法
   試　験　生　物　コマツナ　（照菜小松菜：タキイ種苗株式会社）
   暴　露　条　件　期　　間：20 日間
   試 験 区：標準区（純水）、河川水未処理区、河川水処理区、工場調整池水未処理区、工場調整池水処理区
   給水調整法：処理区は河川水に対して Lumilite30mg/L 処理、工場調整池水に対して Lumilite 60mg/L 処理を行い、それぞれその上澄みを給水用の水とした。
   試験液量：751~854ml/試験区
   給水頻度：1 日 1 回、含水率 80%となる量を給水。
   環　境　条　件　室　　温：23℃（恒温室）
   試験生物数：20 粒/試験区（20 粒/試験容器×3 連）
   照　　明：室内窓側　室内灯 40W×8（16 時間明/8 時間暗）
   観 察 と 測 定　発芽調査：全試験区で 90%以上。
   生育調査：標準区 100%に対して試験区 104~109%。
7. 試　験　結　果　発芽、発芽率、生育において全試験区は標準区と同等であり、異常症状は見られなかった。

試験区	発芽率 (%)	生育量 (%)	給水量 (ml)
標　準　区	90	100	-
河 川 水 未 処 理	90	104	854
河 川 水 処 理	92	104	832
工場調整池水未処理	93	105	798
工場調整池水処理	92	109	809

資料-8　　魚類（ヒメダカ）急性毒性試験（JIS 規格準拠）

平成 19 年 5 月 1 日

試　験　報　告　書

～魚類による 96 時間急性毒性試験～

〒839-0809 福岡県久留米市東合川 6-4-23
財団法人九州産業衛生協会
環境科学センター

1. 被　験　物　質　Lumilite
2. 試 験 委 託 者　財団法人九州産業衛生協会環境科学センター
3. 試　験　目　的　被験物質の魚類に対する短期的影響を調べる。
4. 試　験　方　法　JIS　K0420-71-10(2000) に準拠
5. 試　験　日　程　暴露開始日　2007 年 4 月 25 日
   暴露終了日　2007 年 4 月 29 日
6. 試験材料と方法
   試　験　生　物　ヒメダカ（*Orizias latipes*）（全長 2.5～3.0cm、体重 0.16～0.43）
   暴　露　条　件　期　　間：96 時間
   方　　式：止水法
   試験濃度：Lumilite20mg/L 処理区、Lumilite 40mg/L 処理区、人工濁水 Lumilite 40mg/L 処理区、対照区
   試験液調整法：試験生物及び試験用水 10L をセットし、各設定条件の Lumilite 及びそれに対応するイオン置換剤（重量比 1/2）を投入し試験液とした。人工濁水条件のものは Lumilite 投入前にダム底質を添加して濁度 10～20 度の人工濁水を調整した。
   環　境　条　件　試験用水：脱塩素水道水
   試験水温：18.3～20.3℃
   試験生物数：10 尾/試験区（10 尾/試験容器×1 連）
   試験液量：10L/試験区（10L/試験容器×1 連）
   試験容器：ガラス水槽
   照　　明：室内灯（16 時間明/8 時間暗）
   給　　餌：無給餌
   エアレーション：暴露期間中、緩やかなエアレーションを実施した。
   観 察 と 測 定　生物の観察：暴露開始 24、48、72 及び 96 時間後に行動及び死亡を観察した。
   全長・体重測定：暴露終了後、全生物について実施した。
   水　　質：水温、溶存酸素濃度を生物の観察に合わせて実施した。
7. 試　験　結　果　暴露期間中、異常行動や死亡は確認されなかった。

試験区	累積死亡率 (%)				溶存酸素濃度 (mg/L)					水温 (℃)				
	24h	48h	72h	96h	0h	24h	48h	72h	96h	0h	24h	48h	72h	96h
対　照　区	0	0	0	0	8.8	8.7	8.5	8.5	8.5	20.0	19.6	19.4	20.1	18.5
Lumilite20mg/L 処理区	0	0	0	0	8.8	8.6	8.4	8.4	8.4	20.1	19.4	19.2	19.9	18.4
Lumilite40mg/L 処理区	0	0	0	0	8.9	8.7	8.5	8.4	8.4	20.3	19.4	19.2	19.8	18.3
人工濁水 Lumilite40mg/L 処理区	0	0	0	0	8.6	8.5	8.5	8.4	8.4	20.3	19.9	19.2	20.0	18.4

CERI

受付番号	662-07-E-4497
試験番号	94497

2007 年 11 月 14 日

試　験　報　告　書

－ 魚類による96時間急性毒性試験 －

〒839-0801福岡県大牟田市[illegible]丁目2番7号
財団法人化学物質評価研究機構
久留米事業所

1. 被験物質　天然鉱石ゼオライト凝集剤
2. 試験委託者　財団法人 九州産業衛生協会 環境科学センター
3. 試験目的　被験物質の魚類に対する短期的影響を調べる。
4. 試験方法　OECDテストガイドライン203（魚類急性毒性試験）に準じて実施
5. 試験日程　暴露開始日　2007 年 11 月 8 日
   暴露終了日　2007 年 11 月 12 日
6. 試験材料と方法
   試験生物　ヒメダカ（*Oryzias latipes*）（全長 2.4～3.0cm、体重 0.12～0.19g）
   暴露条件　期　　間：96時間
   方　　式：止水式
   試験濃度：凝集剤100、30mg/L処理区、人工濁水対照区及び脱塩素水道水対照区
   試験液調製法：試験用水にダム底質を添加して調製した人工濁水に被験物質を添加後、採取した上澄み液を試験液とした。
   環境条件　試験用水：脱塩素水道水
   試験水温：24±1℃
   試験生物数：10尾／試験区（10尾／試験容器×1連）
   試験液量：5L／試験区（5L／試験容器×1連）
   試験容器：ガラス製容器
   照　　明：室内灯（16時間明／8時間暗）
   給　　餌：無給餌
   エアレーション：暴露期間中、緩やかなエアレーションを実施した。
   観察と測定　生物の観察：暴露開始24、48、72及び96時間後に死亡を観察した。
   全長･体重測定：暴露終了後、対照区の生物について実施した。
   水　　質：溶存酸素濃度、pH、水温を暴露開始時及び終了時に測定した。
7. 試験結果

表　累積死亡率と水質測定結果

試験区	累積死亡率（%）				溶存酸素濃度（mg/L）		pH		水温（℃）	
	24時間	48時間	72時間	96時間	開始時	終了時	開始時	終了時	開始時	終了時
脱塩素水道水対照区	0	0	0	0	8.7	8.3	7.9	7.9	23.9	23.9
人工濁水対照区	0	0	0	0	8.6	8.2	7.9	7.9	23.9	23.9
30mg/L処理区	0	0	0	0	8.6	8.1	7.9	7.9	23.8	23.8
100mg/L処理区	0	0	0	0	8.6	8.0	7.5	7.7	23.8	23.8

以　上

CERI

受付番号	662-07-E-4496
試験番号	94496

2007 年 11 月 15 日

試　験　報　告　書

－オオミジンコによる48時間急性遊泳阻害試験－

〒839-0801福岡県久留米市御井旗崎1丁目2番7号
財団法人化学物質評価研究機構
久留米事業所

1. 被験物質　天然鉱石ゼオライト凝集剤
2. 試験委託者　財団法人 九州産業衛生協会 環境科学センター
3. 試験目的　被験物質のミジンコ類に対する短期的影響を調べる。
4. 試験日程　暴露開始日　2007 年 11 月 8 日
   暴露終了日　2007 年 11 月 10 日
5. 試験材料と方法
   試験生物　オオミジンコ（*Daphnia magna*　Clone A）
   暴露条件　期　　間：48時間
   方　　式：止水式
   試験濃度：凝集剤100、30mg/L処理区、人工濁水対照区及び脱塩素水道水対照区
   試験液調製法：試験用水にダム底質を添加して調製した人工濁水に被験物質を添加後、採取した上澄み液を試験液とした。
   環境条件　試験用水：脱塩素水道水
   試験水温：20±1℃
   試験生物数：20頭／試験区（5頭／試験容器×4連）
   試験液量：400 mL／試験区（100mL／試験容器×4連）
   試験容器：100 mLガラスビーカー
   照　　明：室内灯（16時間明／8時間暗）
   給　　餌：無給餌
   エアレーション：暴露期間中、エアレーションは行わなかった。
   観察と測定　生物の観察：暴露開始24及び48時間後に遊泳阻害を観察した。試験容器を穏やかに動かした後、15秒間一度も泳げない場合を遊泳阻害されたとみなした。
   水　　質：溶存酸素濃度、pH及び水温を暴露開始時及び終了時に測定した。

表　遊泳阻害率と水質測定結果

試験区	遊泳阻害率(%)		溶存酸素濃度(mg/L)		pH		水温(℃)	
	24時間	48時間	開始時	終了時	開始時	終了時	開始時	終了時
脱塩素水道水対照区	0	0	8.1	8.6	7.9	7.8	19.7	20.2
人工濁水対照区	0	0	8.1	8.5	7.8	7.8	19.8	20.2
30mg/L処理区	0	0	8.1	8.4	7.5	7.8	19.8	20.2
100mg/L処理区	0	0	8.1	8.4	7.4	7.8	19.8	20.2

以　上

資料-11　　藻類成長阻害試験（OECD 規格準拠）

CERI

受付番号	662-07-Y-0966
試験番号	94495

2008 年 1 月 8 日

試　験　報　告　書

－ 藻類による生長阻害試験 －

〒839-0801福岡県久留米市御井旗崎三丁目2番7号
財団法人 化学物質評価研究機構
久留米事業所

1. 被 験 物 質　天然鉱石ゼオライト凝集剤
2. 試験委託者　財団法人 九州産業衛生協会 環境科学センター
3. 試 験 目 的　被験物質の藻類の生長に対する影響を調べる。
4. 試 験 日 程　暴露開始予定日　2007 年 11 月 19 日
　　暴露終了予定日　2007 年 11 月 22 日
5. 試験材料と方法
　試 験 生 物　*Pseudokirchneriella subcapitata*
　暴 露 条 件　期　　間：72時間
　　方　　式：旋回振とう培養（約100回／分）
　　試 験 濃 度：凝集剤30mg/L処理区、対照区
　　試験液調製法：培地にダム底質を添加して調製した人工濁水に被験物質を添加後、採取した上澄み液を試験液とした。
　環 境 条 件　試 験 用 水：OECD培地
　　試 験 温 度：21～24℃（±2℃の変動幅）
　　初期細胞数：約10^4cells/mL
　　試 験 液 量：300mL／試験区（100mL／試験容器×3連）
　　試 験 容 器：滅菌した500mL容ガラス製三角フラスコ（通気性のシリコセン®付）
　　照　　明：400～700nmのスペクトル幅をもつ蛍光灯を用い、液面付近での光強度が60～120μE/m^2/s（平均値±15%の変動幅）の連続照明
　測　　定　生 物 量：細胞濃度を測定した。
　　水　　質：暴露開始時及び終了時にpHおよび水温を測定した。
6. 試 験 結 果　72時間半数影響濃度（72hr EC_{50}）［生長速度（0-3d）］：＞30mg/L処理区
　　最大無影響濃度（NOEC）：≧30mg/L処理区

表　生長阻害率及び水質測定結果

試験区 (mg/L)	平均生長阻害率（%）	pH		水温	
	生長速度（0-3d）	開始時	終了時	開始時	終了時
対照区	－	8.1	8.0	22.6	23.0
30mg/L処理区	-2.0	8.1	8.1	22.2	23.0

以　上

分 析 結 果 報 告 書

財団法人　九州産業衛生協会　　様

財 団 法 人　九 州 産 業 衛 生 協 会
環 境 科 学 セ ン タ ー
〒839-0809 久留米市東合川6-4-23
TEL 0942(44)5000　FAX 0942(44)5516
計量証明事業登録番号(濃度)福岡県第16号
水道法20条登録機関(厚労省登録番号174号)

件名：ゼオライト研究開発

環境計量士　氏名　鬼丸 すず子

試料依頼年月日	2007年12月5日	結果報告書番号	Z070477
発行年月日	2007年12月11日	採取者	-

御依頼を受けました試料についての分析結果を次のとおり報告致します。

分析の対象	試料名	BL	分析の方法	報告下限値
	採取年月日	-		
	採取時刻	-		
	天候	-		
	気温(℃)	-		
	水温(℃)	-		
	透視度(度)	-		
	色相	-		
	臭気	-		
カドミウム及びその化合物	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第6	0.001
水銀及びその化合物	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第7	0.00005
セレン及びその化合物	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第6	0.001
鉛及びその化合物	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第6	0.001
ヒ素及びその化合物	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第6	0.001
六価クロム化合物	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第6	0.005
シアン化物イオン及び塩化シアン	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第12	0.001
硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第13	1
ホウ素及びその化合物	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第6	0.1
四塩化炭素	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第15	0.0002
1,4-ジオキサン	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第16	0.005
1,2-ジクロロエタン	(mg/L)	N.D	H15健水発1010001号	0.0004
1,1-ジクロロエチレン	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第15	0.002
シス-1,2-ジクロロエチレン	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第15	0.004
ジクロロメタン	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第15	0.002
テトラクロロエチレン	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第15	0.001
1,1,2-トリクロロエタン	(mg/L)	N.D	H15健水発1010001号	0.0006
トリクロロエチレン	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第15	0.003

[備考]
N.Dとは定量下限値未満のことをいう。
水道用薬品類の評価試験のため、報告値を1/10した数値で評価を行う。

分 析 結 果 報 告 書

財団法人　九州産業衛生協会　　様

財 団 法 人　九 州 産 業 衛 生 協 会
環 境 科 学 セ ン タ ー
〒839-0809 久留米市東合川6-4-23
TEL 0942(44)5000　FAX 0942(44)5516
計量証明事業登録番号(濃度)福岡県第16号
水道法20条登録機関(厚労省登録番号174号)

件名：ゼオライト研究開発

環境計量士　氏名　鬼丸 すず子

試料依頼年月日	2007年12月5日	結果報告書番号	Z070477
発行年月日	2007年12月11日	採取者	-

御依頼を受けました試料についての分析結果を次のとおり報告致します。

分析の対象	試料名	BL	分析の方法	報告下限値
	採取年月日	-		
	採取時刻	-		
	天候	-		
	気温(℃)	-		
	水温(℃)	-		
	透視度(度)	-		
	色相	-		
	臭気	-		
ベンゼン	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第15	0.001
臭素酸	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第18	0.005
亜鉛及びその化合物	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第6	0.1
鉄及びその化合物	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第5	0.03
銅及びその化合物	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第6	0.1
マンガン及びその化合物	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第6	0.005
陰イオン界面活性剤	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第24	0.02
非イオン界面活性剤	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第28	0.005
フェノール類	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第29	0.0005
有機物(全有機炭素(TOC)の量)	(mg/L)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第30	0.5
味		異常なし	厚生労働省告示261号 別表第33	-
臭気		異常なし	厚生労働省告示261号 別表第34	-
色度	(度)	N.D	厚生労働省告示261号 別表第37	0.5
ニッケル及びその化合物	(mg/L)	N.D	H15健水発1010001号	0.001
アンチモン及びその化合物	(mg/L)	N.D	H15健水発1010001号	0.0015
モリブデン及びその化合物	(mg/L)	N.D	水道用薬品類の評価のための試験方法ガイドライン	0.007
ウラン及びその化合物	(mg/L)	N.D	H15健水発1010001号	0.0002
バリウム及びその化合物	(mg/L)	N.D	水道用薬品類の評価のための試験方法ガイドライン	0.07

[備考]
N.Dとは定量下限値未満のことをいう。
水道用薬品類の評価試験のため、報告値を1/10した数値で評価を行う。

分 析 結 果 報 告 書

財団法人　九州産業衛生協会　　様

財 団 法 人　九 州 産 業 衛 生 協 会
環 境 科 学 セ ン タ ー
〒839-0809 久留米市東合川6-4-23
TEL 0942(44)5000　FAX 0942(44)5516
計量証明事業登録番号(濃度)福岡県第16号
水道法20条登録機関(厚労省登録番号174号)

件名：ゼオライト研究開発

環境計量士　氏名　鬼丸 すず子

試料依頼年月日	2007年12月5日	結果報告書番号	Z070477
発行年月日	2007年12月11日	採取者	-

御依頼を受けました試料についての分析結果を次のとおり報告致します。

分析の対象	試料名	BL	分析の方法	報告下限値
	採取年月日	-		
	採取時刻	-		
	天候	-		
	気温(℃)	-		
	水温(℃)	-		
	透視度(度)	-		
	色相	-		
	臭気	-		
銀及びその化合物	(mg/L)	N.D	水道用薬品類の評価のための試験方法ガイドライン	0.01
アクリルアミド	(mg/L)	N.D	水道用薬品類の評価のための試験方法ガイドライン	0.00005
二酸化塩素	(mg/L)	N.D	H15健水発1010001号	0.6
亜塩素酸	(mg/L)	N.D	H15健水発1010001号	0.6
塩素酸	(mg/L)	N.D	H15健水発1010001号	0.6

[備考]
N.Dとは定量下限値未満のことをいう。
水道用薬品類の評価試験のため、報告値を1/10した数値で評価を行う。

NETIS 新技術情報提供システム
New Technology Information System

国土交通省「新技術活用システム（NETIS）」

天然鉱石 LUMILITE を用いた湖沼環境浄化処理

登録番号：QS-070011-A

http://www.netis.mlit.go.jp/RenewNetis/Search/Nt/NtDetail1.asp?REG_NO=QS-070011&TabType=2&nt

河川環境綜合技術研究所

様式Ⅰ－6

平成１９年９月２６日

公共工事等における新技術活用システム

NETIS 登録のお知らせ

財団法人　九州産業衛生協会　様

国土交通省九州地方整備局は、下記の新技術について NETIS に登録しましたのでお知らせいたします。なお、当該新技術が必ず事業において活用されるとは限らないことをご了承ください。

①新技術名称　　天然鉱石ゼオライトを用いた湖沼環境浄化処理
②ＮＥＴＩＳ登録番号　　ＱＳ－０７００１１
③公開の範囲　　一段まで
④留意事項

- NETIS（申請情報）の掲載期限は、当初に NETIS に登録した日の翌年度の４月１日から起算して３年を経過した日までとします（同一技術について再申請登録は認められません）。ただし、NETIS（評価情報）に掲載されている技術については、上記にかかわらず NETIS（評価情報）への掲載期間中、NETIS（申請情報）における掲載も継続されます。
- 事後評価を受けた技術は、NETIS（技術評価）に提供されますが、NETIS（技術評価）への提供期間中、NETIS（申請情報）での提供も継続されます。
- NETIS（評価情報）の掲載期限は、NETIS（評価情報）に掲載された日の翌年度の４月１日から起算して５年を経過した日までとします。ただし、掲載期間中に当該技術について活用効果評価が実施され、NETIS（評価情報）に反映された場合は、NETIS（評価情報）の掲載期限は、NETIS（評価情報）に反映した日の翌年度の４月１日から起算して５年を経過した日までに変更されるものとします。なお、掲載期限が変更された場合においても、同一技術に対する掲載期限は、当初に NETIS に登録した日の翌年度の４月１日から起算して１０年を経過した日までを限度とし、上記ただし書きにかかわらず、その日をもって掲載を終了します。
- 当該技術について改善を行い、新技術活用評価会議において技術の改善が認められた場合には、NETIS 掲載期間の起算日はリセットされるものとし、新たな申請情報が NETIS（申請情報）に掲載された日を「当初に NETIS に登録された日」とみなします。
- 提出されたデータのバックアップは、変更・更新の手続きの際に必要になりますので、申請者自身で保管しておいてください。なお、手続きの詳細については九州技術事務所ホームページを参照してください。
- 今後、新たな情報等が公表・更新されることがあるため、申請者自身で NETIS のホームページを閲覧し、情報を収集してください。

問い合わせ先：　国土交通省　九州地方整備局
九州技術事務所
申請・相談窓口
担　当　：　児下、松本
電　話　：　０９４２－３２－８２４５
ＦＡＸ　：　０９４２－３２－８２９２

（改訂日 H18.7.14）

新技術概要説明情報

「概要」「従来技術との比較」等のタブをクリックすることでそれぞれの内容を閲覧することができます。関連する情報がある場合は画面の上部にあるリンクをクリックすることができます。

ものづくり日本大賞	国土技術開発賞	建設技術審査証明 ※

2008.12.06現在

ページ印刷用表示 一括印刷用表示

技術名称	天然鉱石ゼオライトを用いた湖沼環境浄化処理	試行技術	試行技術 (2007.9.26～)	登録No.	QS-070011-A

事前審査	事後評価		技術の位置付け				
	試行実証評価	活用効果評価	推奨技術	推奨技術候補	活用促進技術	設計比較対象技術	少実績優良技術

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終更新年月日：2007.09.26

概要 | 従来技術との比較 | 審査証明 | 単価・施工方法 | 問合せ先・その他 | 詳細説明資料

副題	鉱物由来凝集剤	区分	材料
分類1	環境対策工 － 水質保全工		
分類2	環境対策工 － 生物・生態保全対策工		
分類3	環境対策工 － 景観対策工		
分類4	ダム － その他		

概要

①何について何をする技術なのか?
ダム貯水池における濁水問題及び淡水赤潮問題を改善する技術である。ダム貯水池の濁水現象に対して天然鉱石ゼオライト粉末及びイオン置換剤による凝集沈降処理を行い、水質を清涼化する。また、淡水赤潮(渦鞭毛藻類Pelidinium)に対しても同様に凝集沈降処理で淡水赤潮状態を改善する。

②従来はどのような技術で対応していたのか?
・従来の技術では濁水処理はPAC(ポリ塩化アルミニウム)のような無機系凝集剤や鉱物系凝集剤を一緒に使用し濁質を沈降処理している。
・処理施設の設置や処理能力により長期作業が発生し費用も高額となる場合がほとんどである。
・PAC使用時にはアルミニウムの溶出やpHの低下を起こす恐れがあった。
・鉱物系凝集剤についても陽イオン置換能力が低いため多量に、または人工的に加工する必要があった。このような面からも費用が高額となっている。
・淡水赤潮処理については紫外線照射、分離施設、回収船等が考案されているが貯水池全体を処理できる能力を有していない。

③公共工事のどこに適用できるのか?
ダム貯水池における濁水処理および淡水赤潮処理。

④開発者および経緯
この技術は韓国河川環境綜合技術研究所所長 パクキホ(Park Kiho)博士、島谷幸宏博士、パクキチャン(Park Kichan)博士及び宮崎正[文氏により開発された技術である。韓国でのダム貯水池の濁水長期化が問題となり開発が進められた。現在、韓国をはじめ中国、台湾等でダム貯水池、湖沼、河川の水質浄化を実施している。日本での技術適応に関しては韓国との水質の違い、淡水赤潮等の問題点の違い等から共同研究として安全性や性能の確認を行い、技術改良を進め現在に至った。

韓国出願発明の名称：天然ゼオライトを用いたダムおよび湖沼の汚染水処理方法
韓国特許出願番号：10-2005-0111971、10-2005-0063350

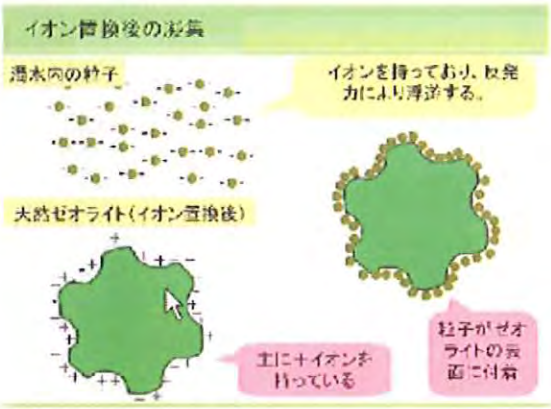
天然鉱石ゼオライト粉末

新規性及び期待される効果

①どこに新規性があるのか?(従来技術と比較して何を改善したのか?)
・本技術は天然鉱石ゼオライトをイオン置換し、それを散布して濁水処理をおこなう工法である。
・濁水処理同様に淡水赤潮の改善が可能である。
・ゼオライトに陽イオンを繋げる(イオン置換)方法を使用している。
・ゼオライトは常に負の電荷を帯びているため(永久荷電)、置換後のフロックとフロックを繋ぐ橋渡し効果(ブリッジ効果)が非常に強く、安定している。

②期待される効果は?(新技術活用のメリットは?)
・凝集剤が少量で済み、処理施設を設置する必要がないため処理費用が安価である。
・天然鉱石であり成分にも有害金属は含まれない。イオン置換剤にはアルミニウムが含まれるが、長期溶出試験においても溶解性成分のアルミニウムの溶出はないことから環境に対し安全な処理が可能である。
・天然ゼオライトの能力が非常に高い(陽イオン置換能力300meq/100g)ため少量で濁水処理可能である。
・濁度10～20度を24時間で2度以下に沈降処理可能(室内試験)。
・淡水赤潮500～2000細胞数/mlを24時間で70～95%沈降処理可能(室内試験)。

③凝集効果の原理
・天然鉱石ゼオライトは立体構造の物質で沸石と呼ばれる。
・構造中のSiO_4のSi(珪素)がAl(アルミニウム)と入れ替わり、常に負の電荷を帯びる状態にある(永久荷電)。
・3価のアルミニウムイオンがゼオライトに置換される(イオン置換)ことにより正の電荷を持つようになる。
・濁水中の濁質は負の電荷を帯び反発しながら沈降せず浮遊している。
・イオン置換後のゼオライトにより濁質が中和されフロックを形成し、橋渡し効果(ブリッジ効果)により大きなフロックを形成して重力により沈降する。



ゼオライトによる凝集沈降の原理

適用条件

①自然条件
気象条件に左右されない。
水温の低い冬季ではフロック形成が遅くなる場合がある。

②現場条件
混合タンク、ポンプ等を設置するスペースが必要。

③技術提供可能地域
制限なし。

④関係法令等
水質汚濁防止法 水質汚濁に係わる環境基準

適用範囲

①適用可能な範囲
ダム貯水池の濁水現象(濁度10～20度を想定しているが、濁度が高い場合はゼオライトの濃度を高くすることで対応可能)及び淡水赤潮現象(ペリジニウム)
※日本では室内試験のみ。海外ではダム貯水池での濁水処理実績あり。

②特に効果の高い適用範囲
①と同じ

③適用できない範囲
①以外については未検討

④適用にあたり、関係する基準およびその引用元
特になし

留意事項

①設計時
・処理する濁水または淡水赤潮に対する添加量を事前に予備試験を行い確認することが必要。
・濁水処理の標準添加量はゼオライト20ppm、イオン置換剤は10ppm(アルミニウム濃度として10%)。
・淡水赤潮処理の標準添加量はゼオライト80ppm、イオン置換剤は40ppm(アルミニウム濃度として10%)。

②施工時
・ゼオライトにアルミニウムを置換させる必要があるため、散布前にゼオライトとイオン置換剤を攪拌混合して散布する。
・事前に確認した最適添加量を使用する。
・散布後、船外機等で表層を攪拌する。

③維持管理等
基本的に必要なし。

④その他
・天然鉱石ゼオライトは性能の面から中国産及び韓国産のものを使用している。

このシステムはInternet Explorerの文字サイズ「小」で開発しております。 プライバシーポリシー / 著作権等について

Copyright 2004, New Technology Information System All Rights Reserved

特　許　証
(CERTIFICATE OF PATENT)

特許第４８２２３６９号
(PATENT NUMBER)

発明の名称
(TITLE OF THE INVENTION)　水質改善処理剤及びその製造方法

特許権者
(PATENTEE)

大韓民国大邸廣城市寿城区寿城４街１０９０－６　スセオン　ボセオン　タウン　１０７－１１０５
国籍　大韓民国
朴　埼鎬

福岡県福岡市東区千早１－９－２－８１３

朴　埼ちゃん

その他別紙記載

発明者
(INVENTOR)

朴　埼鎬
朴　埼ちゃん

出願番号
(APPLICATION NUMBER)　特願２００８－１７４５７２

出願日
(FILING DATE)　平成２０年　７月　３日(July 3, 2008)

登録日
(REGISTRATION DATE)　平成２３年　９月１６日(September 16, 2011)

この発明は、特許するものと確定し、特許原簿に登録されたことを証する。
(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE JAPAN PATENT OFFICE.)

平成２３年　９月１６日(September 16, 2011)

特許庁長官
(COMMISSIONER, JAPAN PATENT OFFICE)

岩井良行

伊岐佐ダム

水質浄化

報　告　書

平成 21 年 2 月

河川環境綜合技術研究所

財団法人九州産業衛生協会

関係者一覧

本実験は三機関による共同研究として実施した.

河川環境綜合技術研究所（韓国）

教授　　朴　埼鎬　(Park Ki Ho)　※ 博士、韓国中央河川審議委員、大邱市、慶尚北道、環境部、国土海洋部、審議委員

博士　　朴　埼璨　(Park Ki Chan)　※元九州大学助手

九州大学大学院　工学研究院環境都市部門流域システム工学研究室

教授　島谷　幸宏　（博士）

財団法人　九州産業衛生協会　環境科学センター

所長　　古賀　康之

研究員　宮崎　正文

技術、材料、装備提供体制

韓国特可、商品出願および登録番号　1020070048761 1020050063350 1020050116234 1020030002226 1020080059483 4020080023740 4020080023739 4020080023738

日本特可出願番号　2008-174572

材料生産加工、国際運搬、税関、散布装備、 散布人力 提供

河川環境綜合技術研究所（韓国）　教授　　朴　埼鎬

施工体制

三機関による共同散布

調査体制

財団法人　九州産業衛生協会　（調査及び分析）

計量証明事業所登録番号（濃度）福岡県第 16 号

水道法 20 条に基づく登録水質検査機関第 174 号

ISO 9001:2000 認証　登録番号 02QR･812

目　次

要　約 1
1.　はじめに 2
1.1　伊岐佐ダムについて 2
1.2　伊岐佐ダムの水質問題 2
1.3　フミン質について 2
1.4　目的 3
2.　処理方法と調査方法 4
2.1　室内実験による着色要因の凝集・沈降の確認 4
2.3　伊岐佐ダムでの Lumilite の散布 4
2.4　調査方法 5
3.　水質処理結果 7
3.1　状況変化 7
3.2　処理完了時の状態 11
3.3　処理完了時の水質 12
3.4　処理後の状況と水質変化 15
3.5　水質と底質の安全性 23
3.6　生物への影響 25
4.　考察 26
4.1　Limilite 処理効果 26
4.2　長期的な効果 27
4.3　ダム直下河床の変化 29
4.4　着色の発生について 31
4.5　着色の改善効果 32
5.　まとめ 33
6.　謝辞 34
7.　引用文献 34
8.　写真集 34
9.　天然多孔質鉱石を利用した水浄化処理技術 45
9.1　概要 45
9.2　水質浄化のメカニズム 45
9.3　Lumilite の主な成分 46
9.4　室内実験による水処理効果 48
9.5　安全性の確認 50
調査結果一覧

要　約

天然鉱石由来凝集材（以下「Lumilite」）は天然 Clinoptilolite を主成分とし，ダム貯水池等の公共用水域で使用できる安全な鉱物系凝集剤である．今回の実験では伊岐佐ダムの着色現象の改善を目的とし，Lumilite 技術を用いて日本初となるダム湖全体の水を対象とした水質浄化を行う方法を実施した．

Lumilite 処理後、ダム湖内及び見帰りの水は淡黄色から無色透明に変化し、ダム湖の透明度は 2.8m から 8.0m を示す等、Lumilite 技術による処理効果が示された．水質的にもフミン質等の着色要因の指標とした色度は 7.8-8.8 度が 4.7-4.8 度へと変化し，併せて COD や TOC といった水中の有機物に関連する項目も低下したことからフミン質（着色要因）を含む有機物の低下が確認された．現地状況の変化や水質の変化から着色要因を改善するという Lumilite 技術の処理効果が明確に示された。2009 年 1 月（処理 13 か月後）にはダム表層は薄い緑色を呈し，透明度は 4.3m を示した。ダム湖内及び見帰りの滝の水は無色透明で透視度は 100cm 以上を示した．この状態は Lumilite 処理後の 2008 年 1 月末（処理 1 か月後）から 4 月（処理 4 か月後）の状況と同様である．出水による濁質や有機物の流入，金属類の溶出等，様々な自然的要因の影響を受けつつも，処理 13 か月後に処理 1 か月後と同レベルの清涼感のある状態へと戻っており，明らかに処理効果が継続していると判断される．今回の Lumilite 処理により，清涼な状態の継続期間に加え，その後 13 ヶ月後までの状況及びダム直下河床の状況より，長期的なフミン質の低下が示される結果となった．このことはこれまで水中に蓄積された着色現象を発現する濃度のフミン質を湛水初期の状態にリセットしたと考えることができる．現在、堆積している有機物量は湛水初期に比べ圧倒的に多く，フミン質は処理前と同等に水中に放出されやすい状況にある考えられるため、湛水後に着色現象が発生した 16 年間という期間は維持できないと考えられるが，少なくとも数年間の着色現象の抑制（効果継続）の可能性は十分に期待される．

Lumilite 処理は着色要因に悩むダム湖の処理に活路を開いただけではなく、迅速に、安全に、且つ長期的に水を処理できることを証明した。

1. はじめに

1.1 伊岐佐ダムについて

伊岐佐ダムは松浦川水系伊岐佐川上流部に位置する重力式コンクリートダムである．ダムは 1979 年完成し，現在，洪水調節と河川維持用水，農業用水，相知町の水道の水源として利用されている．ダム本体から約 300m 下流には「見帰の滝」という観光名所が存在する．ダムの詳細を表 1-1 に示す．

表 1-1　伊岐佐ダム詳細

提高	58.5m
提頂長	203m
提体積	145,000m^3
集水面積	9.6km^2
湛水面積	10ha
総貯水容量	1,940,000m^3
有効貯水容量	1,660,000m^3

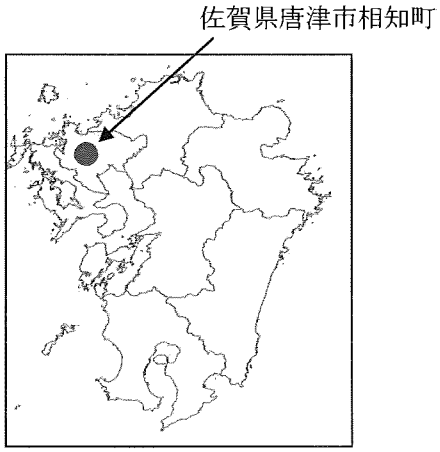


図 1-1　伊岐佐ダム位置図

1.2 伊岐佐ダムの水質問題

伊岐佐ダムでは 1995 年頃から「ささ濁り」と呼ばれる水の着色現象が長期発生していた．流入する水は無色透明であるが，放流水は淡黄色となり，ダム湖内での着色が問題となっていた．この着色現象の要因は伊岐佐ダム貯水池内の堆積物から溶出するフミン質（腐食物質）やフミン質と鉄が錯体を形成したものである．特に伊岐佐ダムのフミン質は黒色成分が多く含まれており，黄色系以外に黒色系の着色が指摘されている [佐賀県西部地区ダム事務所, 2006].

1.3 フミン質について

フミン質は鉄とともに植物プランクトンにとって必須栄養素である．しかし，多量に発生したフミン質は水の着色現象，珪藻類など植物性プランクトンの異常繁殖の原因にもなる．写真 3-1 及び 3-2 は 2006 年 8 月と 11 月のダム直下流の状況である．水の透明感は悪く，河床は珪藻類や緑藻類等により覆われている．伊岐佐ダムで発生していたフミン質や鉄等が水中や河床の植物プランクトンに強い影響を与えていたと思われる．

写真 1-1　伊岐佐ダム直下の状況

左　：　2006 年 8 月 9 日　　右　：　2006 年 11 月 16 日

1.4　目的

天然鉱石由来凝集材（以下「Lumilite」）は天然 Clinoptilolite を主成分とし，ダム貯水池等の公共用水域で使用できる安全な鉱物系凝集剤である．今回の実験では伊岐佐ダムの着色現象の改善を目的とし，Lumilite 技術※を用いて日本初となるダム湖全体の水を対象とした水質浄化を行う方法を実施し、処理効果と安全性について検証を行った。

※Lumilite 技術については「9.天然多孔質鉱石を利用した水浄化処理技術」参照.

2. 処理方法と調査方法

2.1 室内実験による着色要因の凝集・沈降の確認

現地散布の前に伊岐佐ダム湖内の水を用いて Lumilite による凝集・沈降の実験を行った．Lumilite 40mg/L の投入で伊岐佐ダム湖内の水の色度が 8.2 度から 2.1 度（1 日後）に低下し，着色現象に対する処理効果が確認された．

表 2-1 予備試験結果

項目	単位	Lumilite 添加濃度（mg/L）					
		未処理	10	20	30	40	50
色度	度	8.2	6.9	5.6	3.4	2.1	1.8
濁度	度	1.4	2.3	3.1	1.6	1.1	1.0

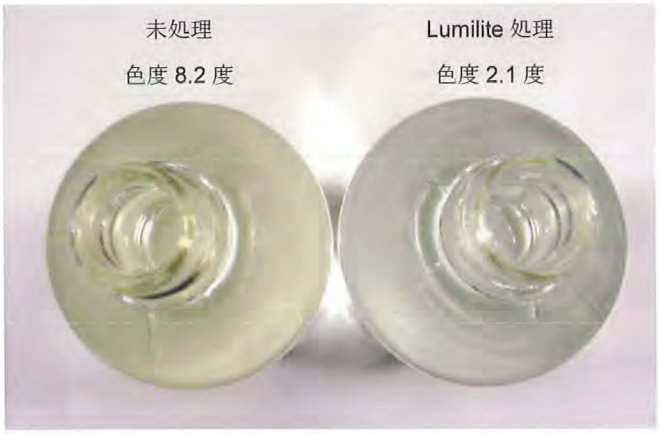


図 2-1 予備試験の状況

2.3 伊岐佐ダムでの Lumilite の散布

伊岐佐ダムでの Lumilite の散布量は室内実験で把握した 40mg/L を適用し，ダムの有効貯水容量 166 万 m^3 を対象として，66 トンに決定した．

散布期間は 2007 年 12 月 19 日～24 日（ただし，21 日午後～23 日については降雨により作業を中断したため実質 3.5 日間）．

散布時の装備は主に攪拌装置，水中ポンプ，高圧用エンジンポンプ，発電機，散布用ホース，トラック，ホイールクレーン，フォークリフト，作業船等を使用した．

写真 2-1 に作業状況を示す．陸上に攪拌装置を設置し，Lumilite を現場で湖水と攪拌しながらイオン置換を行った．この状態のものをホースでダム水面に散布した．

写真 2-1　作業風景

左：船上散布作業　　右：攪拌作業

2.4　調査方法

Lumilite 散布後の水質浄化効果，水質の安全性と生態系への影響，景観の変化に着目して調査を実施した．水質の詳細調査は散布前の事前調査（11 月）から散布後 1 年間以上に渡って事後調査（1 月，4 月，9 月，12 月，1 月）を実施した．尚，詳細調査以外でも一部項目に対して水質調査を行い，散布後の水質の変遷過程を把握するように努めた．

主な採水場所は図 2-1 の赤の●で表示されたダム上流の不動橋地点，伊岐佐ダムの湖内地点及び見帰りの滝地点である．

調査項目は次の通りである．

図 2-1　　伊岐佐ダム調査地点位置図

【現地測定項目】

気温，貯水位，河川流量，ダム湖内の流入量，ダム湖内の放流量，透視度，透明度，水色，全水深（湖内），採水水深，外観，臭気，水温，濁度，DO

【生活環境項目】（生活環境の保全に関する環境基準項目を含む）

pH，BOD，COD，SS，大腸菌群数，総窒素，総リン，クロロフィルａ，亜鉛

【富栄養化項目】

アンモニウム態窒素，亜硝酸態窒素，硝酸態窒素，オルトリン酸態リン，フェオフィチン

【水道水源項目】

トリハロメタン生成能，２MIB，ジェオスミン

【健康項目】（人の健康に関する環境基準全項目）

カドミウム，全シアン，鉛，六価クロム，砒素，総水銀，アルキル水銀，PCB，ジクロロメタン，四塩化炭素，1,2-ジクロロエタン，1,1-ジクロロエチレン，シス-1,2-ジクロロエチレン，1,1,1-トリクロロエタン，1,1,2-トリクロロエタン，トリクロロエチレン，テトラクロロエチレン，1,3-ジクロロプロペン，チウラム，シマジン，チオベンカルブ，ベンゼン，セレン，ふっ素，ほう素

【その他】

アルミニウム，溶解性アルミニウム，色度，TOC，鉄，溶解性鉄，マンガン，溶解性マンガン

【底質項目】

強熱減量，化学的酸素要求量，総窒素，総リン，硫化物，鉄，マンガン，カドミウム，鉛，６価クロム，ヒ素，総水銀，アルキル水銀，PCB，チウラム，シマジン，チオベンカルブ，セレン，アルミニウム，粒度組成

3. 水質処理結果

本実験における水処理結果について以下に示す．尚，本実験の水質調査等の結果については巻末に添付する．

3.1 状況変化

Lumilite 処理による現地状況の変化について散布前から処理完了時までの状況を以下に示す。

写真 3-1　2007 年 12 月 18 日（処理前日）　　1 週間前からの累加雨量　4mm

写真 3-3　2007 年 12 月 21 日（処理 3 日目）　　1 週間前からの累加雨量　15mm

写真 3-4　2007 年 12 月 24 日（処理 6 日目）　1 週間前からの累加雨量　44mm

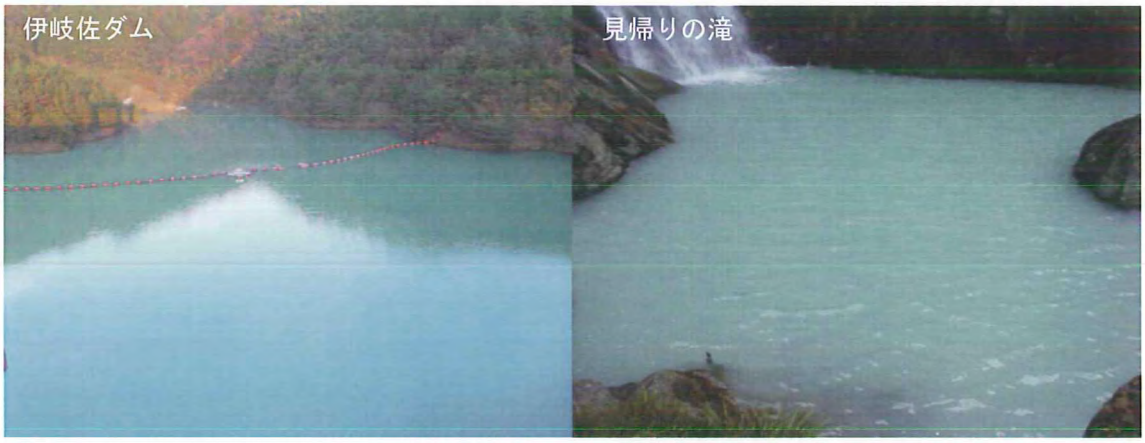


写真 3-5　2007 年 12 月 25 日（処理 1 日後）　1 週間前からの累加雨量　44mm

写真 3-6　2007 年 12 月 29 日（処理 5 日後）　1 週間前からの累加雨量　10mm

写真 3-7　2008 年 1 月 4 日（処理 11 日後）　　1 週間前からの累加雨量　9mm

写真 3-8　2008 年 1 月 15 日（処理 22 日後）　　1 週間前からの累加雨量　18mm

写真 3-1・・・処理作業前日の状況である。ダム湖の表面はやや褐色を呈し、水は淡黄色を示していた。透明度は 2.9m であった。見帰りの滝の湛水部の色はやや白濁しており、水は淡黄色であった。

写真 3-3・3.4・・・処理作業中の状況である。ダム湖は徐々に青みがかった白色に変化していった。それに合わせて見帰りの滝は白色が強くなった。

写真 3-5～3-7・・・処理作業後の状況である。ダム湖は処理作業中よりも白濁色が強くなった印象をもった。見帰りの滝は白濁色が継続していた。徐々に白濁が薄くなっている状況であった。

写真 3-8・・・処理完了時の状況である。ダム湖及び見帰りの滝は透き通るような清涼な状態となり、特に見帰りの滝では滝壺内の深い場所の岩が確認されるほどであった。両地点の水は無色透明であった。

図 3-1 及び 3-2 に散布前から処理完了時までの伊岐佐ダム表層と放流水（見帰りの滝）の色度と濁度の変化について以下に示す。

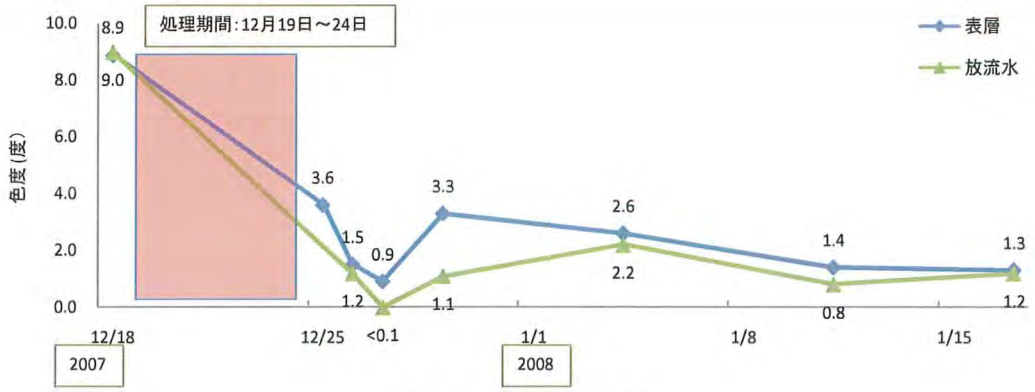


図 3-1　　色度の変化

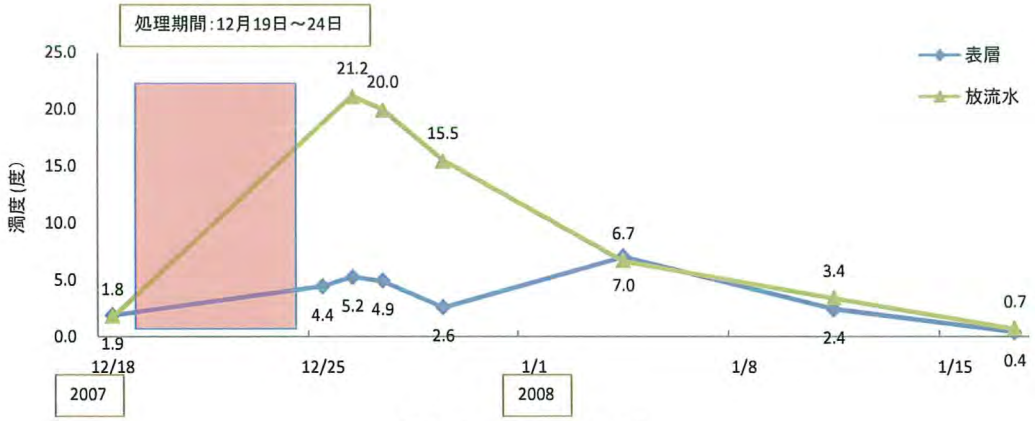


図 3-2　　濁度の変化

色度は処理前（12 月 18 日）には両地点ともに 9 度程度を示していた。Lumilite 処理作業後、4 度以下の状態となり、ダム表層で 0.9 度、放流水で<0.1 と極端に低下した。その後、ダム表層で 3.3 度、放流水で 2.2 度まで上昇し、徐々に低下した。処理完了時にはダム表層 1.3 度、放流水 1.2 度の低値を示した。

濁度は処理前には 2 度以下と低値を示していた。Lumilite 処理作業後、ダム表層はさほど上昇しなかったが、放流水は最大 21.2 度となり、濁りが確認される状態であった。放流水濁度はその後、徐々に低下し処理 11 日後（1 月 4 日）以降、ダム表層と同様な値で低下した。処理完了時にはダム表層 0.4 度、放流水 0.7 度の低値を示した。

3.2　処理完了時の状態

写真 3-9 及び 3-10 は処理前後の伊岐佐ダム及び見帰りの滝の様子である.

写真 3-9　　処理前後の伊岐佐ダムの様子

左：処理前（2007 年 12 月 18 日撮影）　右：処理 24 日後（2008 年 1 月 17 日撮影）

写真 3-10　　処理前後の見帰りの滝の様子

左：処理前（2007 年 12 月 19 日処理作業前撮影）　右：処理 24 日後（2008 年 1 月 17 日撮影）

処理後には滝つぼの深い部分が確認できる.

Lumilite 処理後 22 日後（約 3 週間後）に伊岐佐ダム湖全体が澄み切った青色を呈し，清涼感溢れる状態となった．図 3-3 に示すように透明度も 2.9m から 8.0m へと変化し，処理効果が大きく示される結果となった.

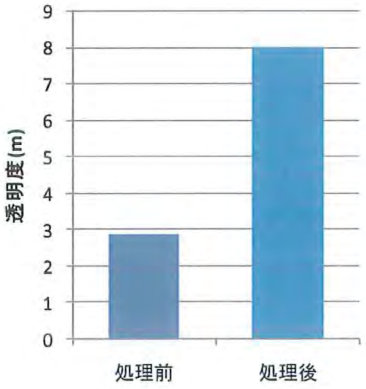


図 3-3　　処理前後の透明度の変化

表 3-1　　処理前後の状況変化

項目	伊岐佐ダム		見帰りの滝（放流水）	
	処理前	処理後	処理前	処理後
透明度	2.9m	8.0m	-	-
水の色	淡黄色	無色透明	淡黄色	無色透明
湖面の色	やや褐色	澄み切った水色	白濁	澄み切った水色

比較データ

処理前：2007 年 12 月 18 日　　処理後：2008 年 1 月 17 日

3.3　処理完了時の水質

処理前後における水質 10 項目の変化を図 3-4 及び表 3-2 に示す．これは処理前データを 100%とした処理後データの比率を示したものである．

処理前データ：2007 年 11 月 14 日と 12 月 18 日の平均値
処理後データ：2008 年 1 月 30 日

表 3-2　　伊岐佐ダム表層及び放流水の水質変化

項目	伊岐佐ダム表層			見帰りの滝		
	処理前	処理後	比率（削減率）	処理前	処理後	比率（削減率）
色度（度）	7.8	4.7	61%（39%）	8.8	4.8	55%（45%）
濁度（度）	1.8	0.9	50%（50%）	1.9	0.8	43%（57%）
SS（mg/L）	1	<1	100%※1（0%）	1.0	<1	100%※1（0%）
COD（mg/L）	1.8	1.2	67%（33%）	1.8	1.1	63%（37%）
TOC（mg/L）	0.9	0.5	56%（44%）	0.8	0.5	67%（33%）
T-P（mg/L）	0.012	0.006	52%（48%）	0.010	0.006	63%（37%）
クロロフィルa（μg/L）	3	<2	67%※1（33%）	2	<2	100%※1（0%）
BOD（mg/L）	0.6	<0.5	83%※1（17%）	0.6	<0.5	83%※1（17%）
T-N（mg/L）	0.33	0.27	82%（18%）	0.34	0.23	68%（32%）
鉄（mg/L）	0.10	0.03	30%（70%）	0.14	0.02	14%（86%）
平均比率（平均削減率）	65%（35%）			66%（34%）		

※1…報告下限値以下の数値については「<」を外した数値で計算.

注）削減率が低いように感じられるが，元の水質データ（処理前）が低濃度であることや，報告下限値の取り扱いにより計算上，値が低くなるためである.

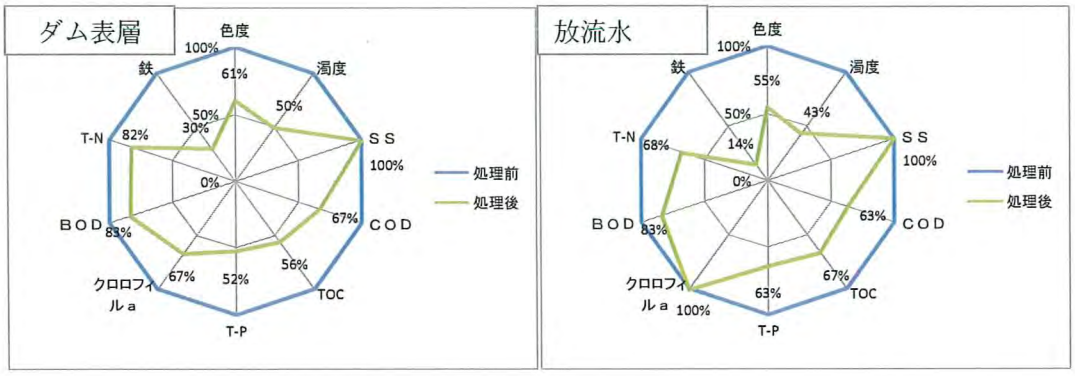


図 3-4　　伊岐佐ダム表層及び放流水の水質変化

フミン質等の着色要因の指標とした色度は 7.8-8.8 度が 4.7-4.8 度へと変化し，処理前後の比率は 55-61%（削減率 39-45%）であった．また，COD（化学的酸素要求量）や TOC（総有機体炭素）といった水中の有機物に関連する項目も処理前後の比率はそれぞれ，63-67%（削減率 33-37%），56-67%（削減率 33-44%）と低下し，フミン質（着色要因）を含む有

機物の低下を示した.

全体的な水質変化（図 3-4）ではダム表層及び放流水（見帰りの滝）は処理前のデータに比べ処理後のデータは内側に位置し，処理前後の比率は平均 65-66%（削減率 34-35%）を示した（表 3-2）.

3.4 処理後の状況と水質変化

3.3.1 色度の変動

図 3-5 に処理前後の色度の変動を示し，図 3-6 に月降雨量と色度の関係を示す．処理後，4 月末までは色度的に清涼な状態を維持していたが，その後色度は上昇し，流入水平均値 5.1 度を超え，度々10 度を超えるような状況となった．この色度上昇は月降雨量と関係が高く，2008 年 6 月及び 8 月の降雨が多い時期に色度が上昇しており，出水でもたらされた濁質や有機物の流入によるものと考えられる．逆に 2008 年 7 月，9 月及び 10 月といった降雨の少ない月は色度低下が確認され，水質的に清涼な状態が垣間見られた．2008 年 12 月には降雨が少ないにも関わらず色度が高い状態となった．これは水温躍層以下で溶出していた鉄等が循環期移行に伴い全層に拡散されたためで水酸化第二鉄 $Fe(OH)_2$ 等による色度上昇と考えられる．その後、降雨の少ない状態が継続し、処理 2009 年 1 月（13 か月後）には 3.6-3.9 度の低値が示された。

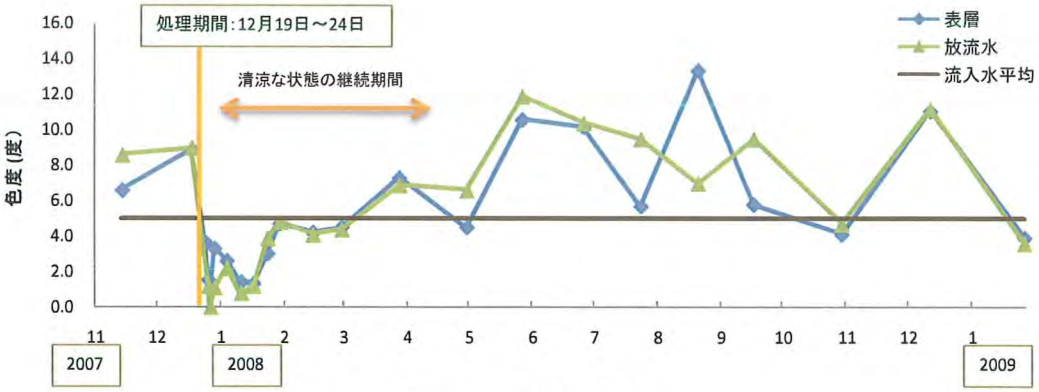


図 3-5　　色度の変動

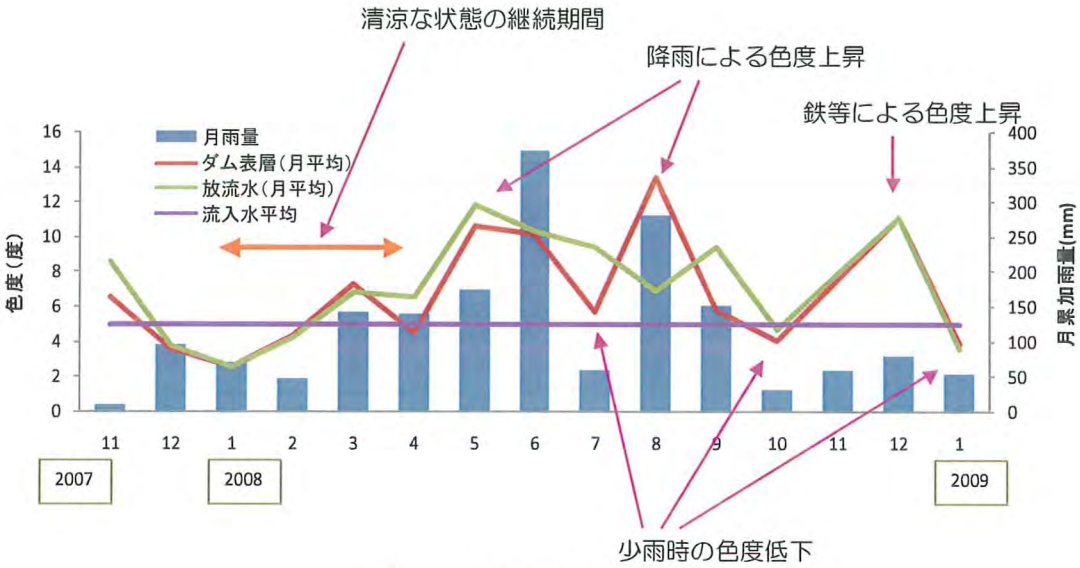


図 3-6　　月降雨量と色度の関係

3.3.1　現地状況と水質

自然環境下においては天候による影響，水温躍層の影響，植物プランクトンの発生等による影響が無視できない．実際にはその効果が継続されていても，様々な要因により見た目やデータ的に効果の継続が不明瞭になってしまう場合がある．

以下に，詳細調査を実施した 5 回の調査時の現地状況と水質データを示し，処理後，伊岐佐ダムがどのような状況で推移してきたのかを述べる．

水質の評価は処理前の調査月の平均的なデータを 100%とした処理後調査データとの比較によるものである．評価項目は過去との比較に対応するため 6 項目とした．

過去水質データ　　：　2005 年 6 月~2007 年 3 月（佐賀県ダム管理課）
　　2007 年 12 月（Lumilite 処理前）
処理後調査データ　：　2008 年 1 月 30 日，4 月 30 日，9 月 17 日，12 月 12 日
　　2009 年 1 月 27 日

(a) 処理 1 か月後（2008 年 1 月）

図 3-7 及び表 3-3 に処理 1 か月後の状況を示す．清涼な状態の継続期間内である．

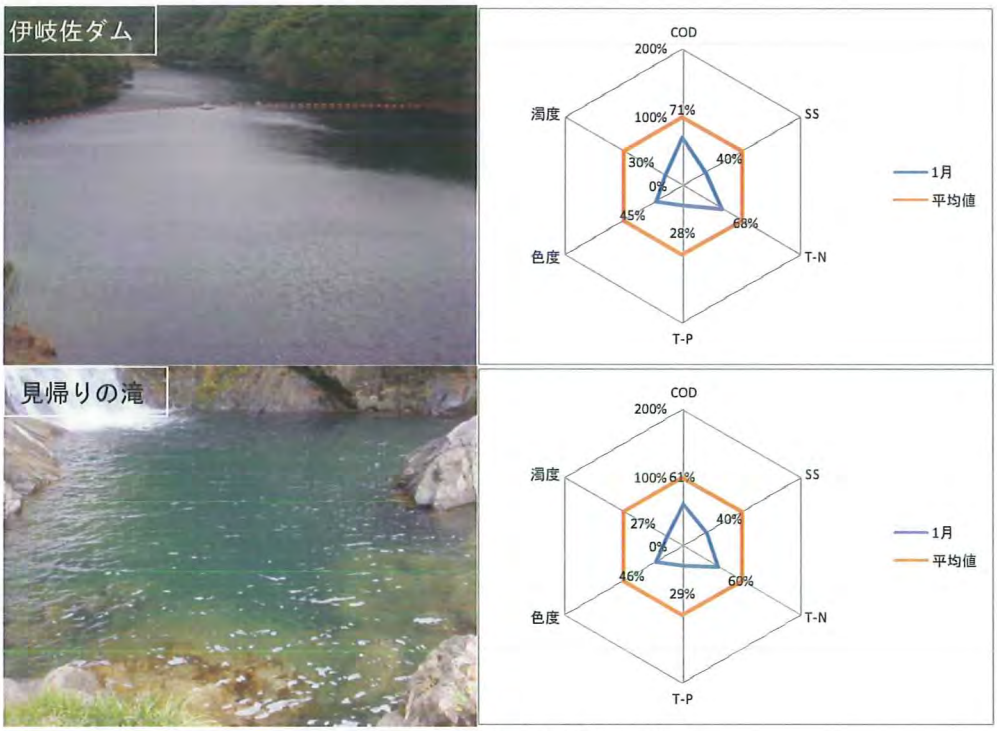


図 3-7　　処理 1 か月後の状況

表 3-3　　処理 1 か月後の状況

項目	伊岐佐ダム表層			見帰りの滝		
	1 月平均値	2008 年 1 月	比率（削減率）	1 月平均値	2008 年 1 月	比率（削減率）
COD（mg/L）	1.7	1.2	71%(29%)	1.8	1.1	61%(39%)
SS（mg/L）	3	<1	40%※1(60%)	3	<1	40%※1(60%)
T-N（mg/L）	0.40	0.27	68%(32%)	0.39	0.23	60%(40%)
T-P（mg/L）	0.022	0.006	28%(72%)	0.021	0.006	29%(71%)
色度（度）	10.5	4.7	45%(55%)	10.5	4.8	46%(54%)
濁度（度）	3.1	0.9	30%(70%)	3.0	0.8	27%(73%)

※1…報告下限値以下の数値については「<」を外した数値で計算した．

処理後 1 カ月間には降雪等，低温が続く状態があったが大きな出水等は無く流況は安定していた．処理 1 か月後（1 月）の伊岐佐ダムは透明度 6.2m を示し，極めて清涼な状態であった．比較 6 項目の処理前平均値との比率は伊岐佐ダム表層で 28~71%（削減率

29~72%）を示し全項目で平均値を下回っていた．見帰りの滝についても同様に 27~61%（削減率 39~73%）を示し平均値を下回っていた．

(b) 処理 4 か月後（2008 年 4 月）

図 3-8 及び表 3-4 に処理 4 か月後の状況を示す．清涼な状態の継続期間の末期である．

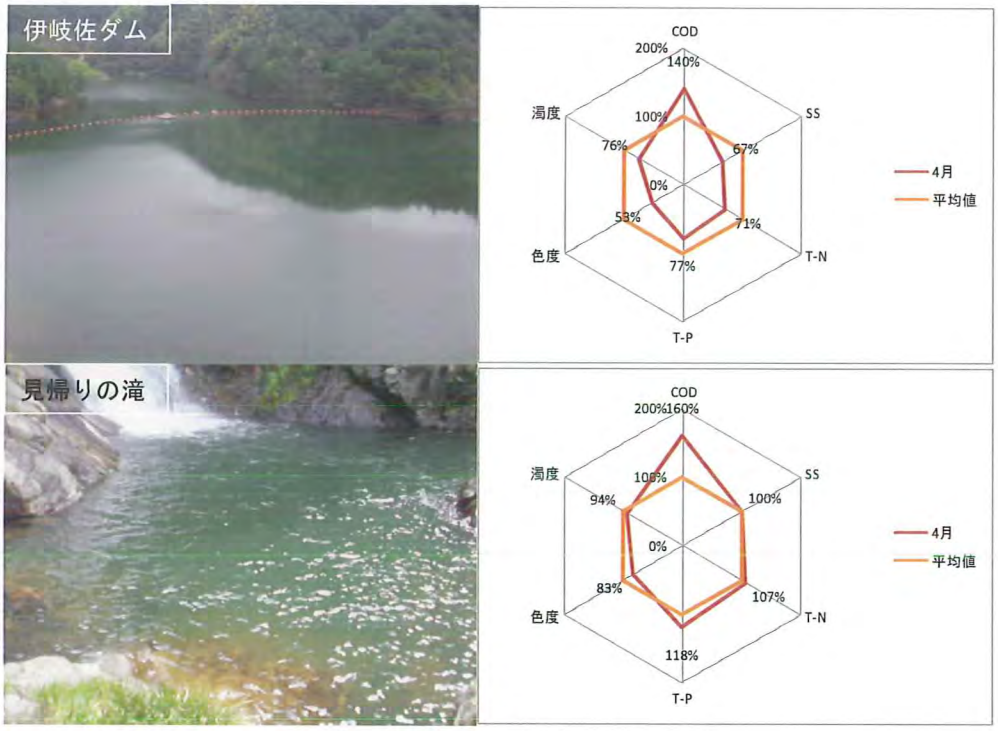


図 3-8　　処理 4 か月後の状況

表 3-4　　処理 4 か月後の状況

項目	伊岐佐ダム			見帰りの滝		
	3 月平均値※2	2008 年 4 月	比率	3 月平均値※2	2008 年 4 月	比率
COD（mg/L）	2.0	2.8	140%(-40%)	1.5	2.4	160%(-60%)
SS（mg/L）	2	1	67%(33%)	1	1	100%(0%)
T-N（mg/L）	0.41	0.29	71%(29%)	0.30	0.32	107%(-7%)
T-P（mg/L）	0.022	0.017	77%(23%)	0.011	0.013	118%(-18%)
色度（度）	8.5	4.5	53%(47%)	8.0	6.6	83%(17%)
濁度（度）	2.3	1.7	76%(24%)	1.6	1.5	94%(6%)

※2…4 月分の過去データが無いため 3 月分のデータと比較した．

調査前 1 か月間の累加雨量は約 160mm を観測し，日雨量 20mm 以上が 3 回観測されるなど，時折，濁質等の流入のある状態であった．処理 4 か月後（4 月）の伊岐佐ダムは透

明度 3.4m を示し清涼な状態を維持していた．春先の植物プランクトンの増殖により湖面はやや緑色が強くなっていた．濁質等の流入や植物プランクトンの増殖が 6 項目（特に COD）に影響を与えていたと考えられる．この後，それら要因による影響が強くなり，清涼な状態の継続は確認できなくなった．

(c) 処理 9 か月後（2008 年 9 月）

図 3-9 及び表 3-5 に処理 4 か月後の状況を示す

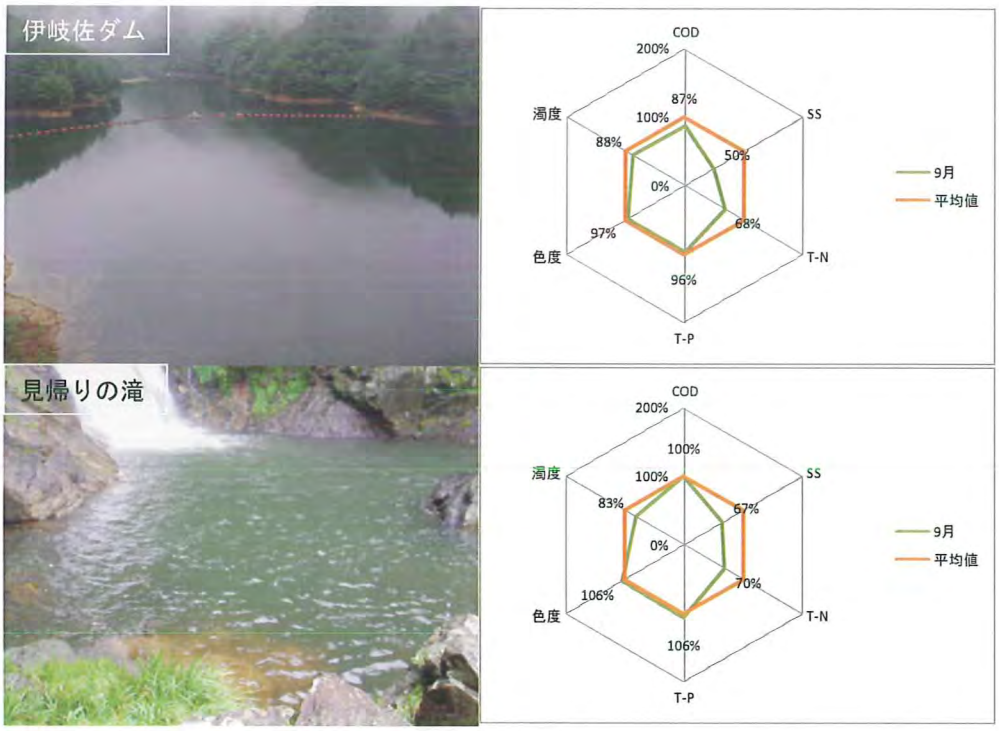


図 3-9　　処理 9 カ月後の状況

表 3-5　　処理 9 か月後の状況

項目	伊岐佐ダム			見帰りの滝		
	9 月平均値	2008 年 9 月	比率	9 月平均値	2008 年 9 月	比率
COD（mg/L）	2.3	2.0	87%(13%)	2.0	2	100%(0%)
SS（mg/L）	2	<1	50%※1(50%)	3	2	67%(33%)
T-N（mg/L）	0.44	0.30	68%(32%)	0.40	0.28	70%(30%)
T-P（mg/L）	0.024	0.023	96%(4%)	0.017	0.018	106%(-6%)
色度（度）	6.0	5.8	97%(3%)	9.0	9.5	106%(-6%)
濁度（度）	1.7	1.5	88%(12%)	2.3	1.9	83%(17%)

※1…報告下限値以下の数値については「<」を外した数値で計算した．

調査前 1 か月間の累加雨量は約 150mm を観測し，日雨量 20mm 以上が 3 回観測されるなど，時折，濁質の流入のある状態であった．処理 9 か月後（9 月）の伊岐佐ダムは透明度 3.5m を示し清涼な状態を示していた．植物プランクトンの増殖により湖面はやや緑色を呈していた．このような状況は処理 4 か月後の状況とよく似ている．水質的には平均値を同等または下回る状態であり，良好な環境を示していたと考えられる．

(d) 処理 12 か月後（2008 年 12 月）

図 3-10 及び表 3-6 に処理 12 か月後の状況を示す．

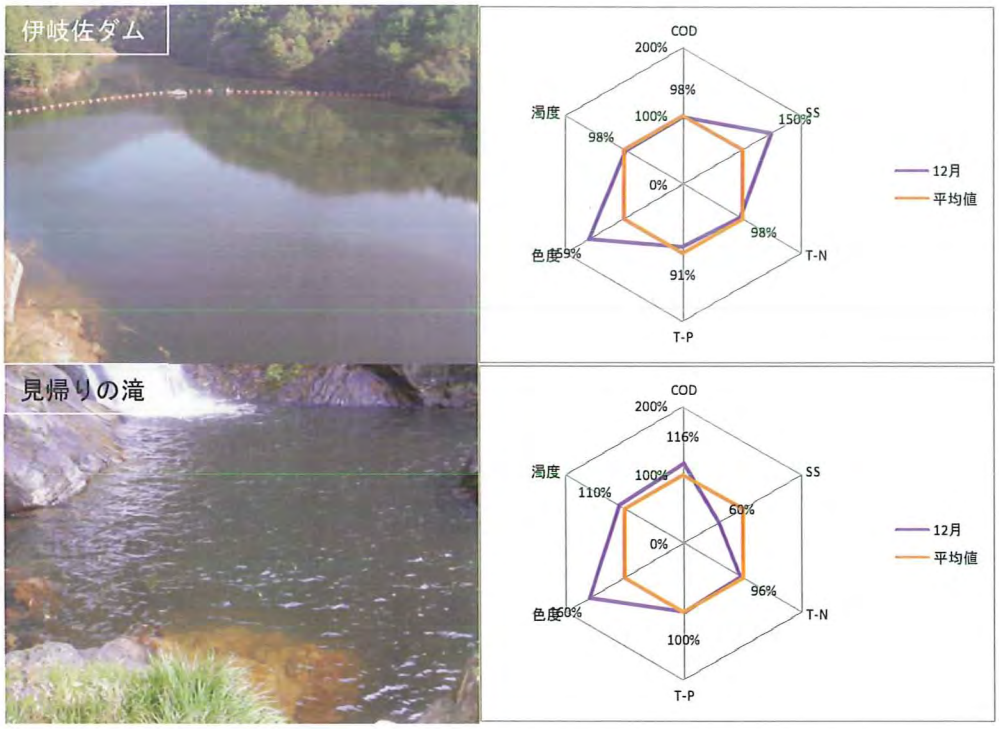


図 3-10　　処理 12 か月後の状況

表 3-6　　処理 12 か月後の状況

項目	伊岐佐ダム			見帰りの滝		
	12 月平均値	2008 年 12 月	比率	12 月平均値	2008 年 12 月	比率
COD（mg/L）	2.0	2.0	98%(2%)	1.9	2.2	116%(-16%)
SS（mg/L）	1	2	150%(-50%)	2	1	60%(40%)
T-N（mg/L）	0.29	0.28	98%(2%)	0.27	0.26	96%(4%)
T-P（mg/L）	0.011	0.010	91%(9%)	0.009	0.009	100%(0%)
色度（度）	7.0	11.1	159%(-59%)	7.0	11.2	160%(-60%)
濁度（度）	1.8	1.8	98%(2%)	1.7	1.9	110%(-10%)

調査前 1 か月間の累加雨量は 89mm であり濁質の流入は少ない状態であった．処理 12 か月後（12 月）の伊岐佐ダムは透明度 2.6m を示し良好な状態であるが，植物プランクトン（珪藻類）の増殖や鉄，マンガン等の酸化物によるによる影響で湖面はやや褐色を呈していた．水質的にはそれら要因により，特に色度及び SS に強い影響が出ていた．

(e)　処理 13 か月後（2009 年 1 月）

図 3-11 及び表 3-7 に処理 13 か月後の状況を示す．

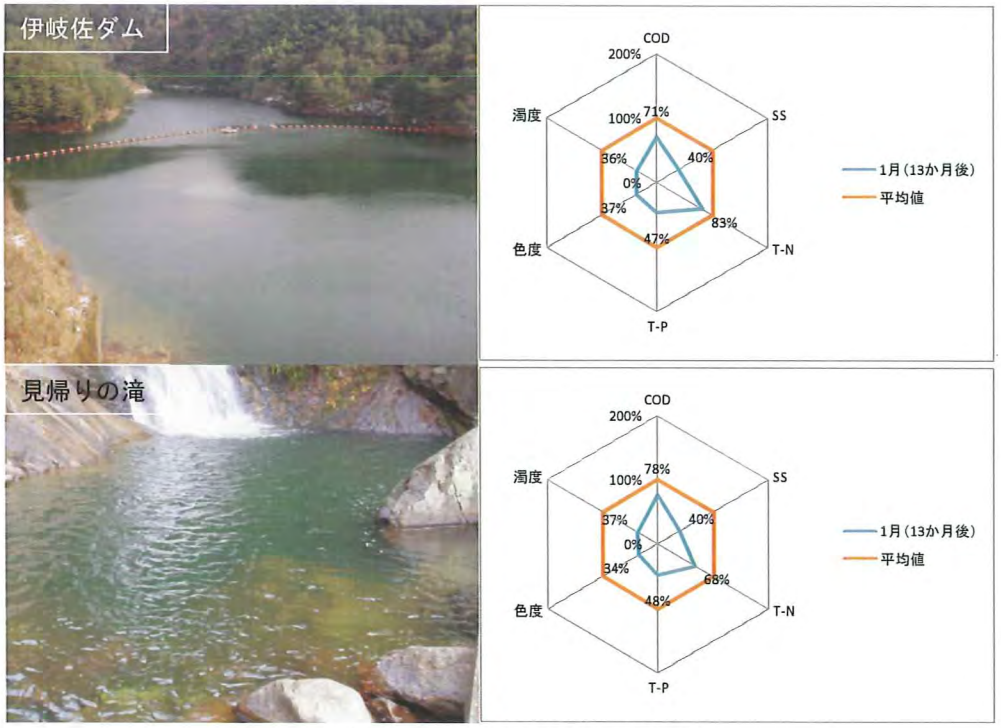


図 3-11　　処理 13 か月後の状況

表 3-7　　処理 13 か月後の状況

項目	伊岐佐ダム			見帰りの滝		
	1 月平均値	2009 年 1 月	比率	1 月平均値	2009 年 1 月	比率
COD（mg/L）	1.7	1.2	71%(29%)	1.8	1.4	78%(22%)
SS（mg/L）	3	1	40%(60%)	3	1	40%(60%)
T-N（mg/L）	0.40	0.33	83%(17%)	0.39	0.26	68%(32%)
T-P（mg/L）	0.022	0.010	47%(53%)	0.021	0.01	48%(52%)
色度（度）	10.5	3.9	37%(63%)	10.5	3.6	34%(66%)
濁度（度）	3.1	1.1	36%(64%)	3.0	1.1	37%(63%)

調査前 1 か月間の累加雨量は 26mm であり濁質の流入は少ない状態であった．処理 13 か月後（1 月）の伊岐佐ダムは透明度 4.3m を示し非常に良好な状態を示していた．先月（12 月）に起こった植物プランクトン（珪藻類）の増殖や鉄，マンガン等の酸化物によるによる影響はなくなり，湖面はやや緑色を呈していた．水質的には清涼な状態の継続期間と同様な状態を示した．

3.5　水質と底質の安全性

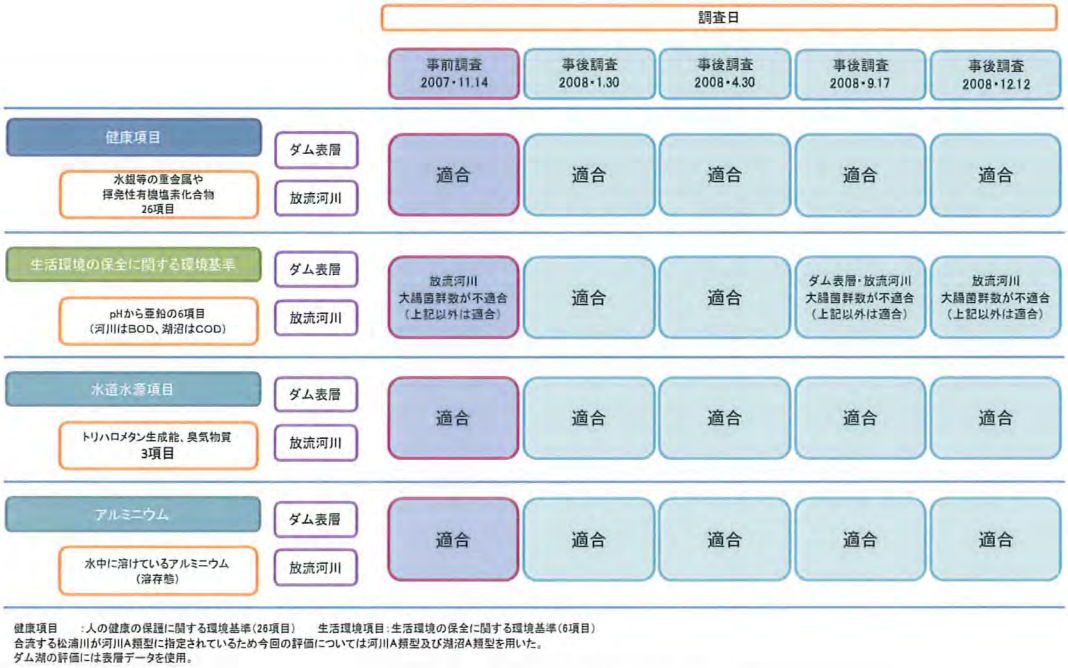


図 3-12　水質の安全性評価

図 3-12 は Lumilite 処理前と処理後の水質について環境基準等と比較した安全性評価を示すものである．調査項目設定については通常，ダム湖等で国土交通省が実施する測定項目を基に決定した．評価に用いていた生活環境項目については伊岐佐ダム及び河川に類型指定されていないが松浦川全域が河川 A 類型に指定されていることから湖沼 A 類型（表層）及び河川 A 類型で評価を行った．水質・底質に関する各項目別モニタリング調査結果は別資料に添付する．

水質・底質の安全性に関する結果は次の通りである．

1.　健康項目（人の健康の保護に関する環境基準）

健康項目全 25 項目（重金属類，VOC，農薬類等）について，伊岐佐ダム及び放流河川では事前調査から事後調査を通じて全て報告下限値以下であり，環境基準に適合していた．

2.　生活環境項目（生活環境の保全に関する基準）

生活環境項目について伊岐佐ダム及び放流河川では事前調査から事後調査を通じて大腸菌群数を除く項目で環境基準に適合していた．

大腸菌群数が時折，基準超過する場合があるが，測定上，糞尿由来による糞便性大腸菌群数だけではなく，土壌や環境中に存在する大腸菌類も検出してしまうため，公共用水域の多くの場所で基準を超過している．ちなみに近隣の厳木ダム（佐賀県唐津市厳木町）の 2006 年データでは大腸菌群数を同様に評価すると年間 12 回測定中 4 回で基準超過している（国土交通省「ダム諸量データベース」http://www2.river.go.jp/dam/）.

3. 水道水源項目

水道水源項目は発ガン性のあるトリハロメタンの生成能力や異臭味を測定する項目である．伊岐佐ダム及び放流河川では事前調査から事後調査を通じてトリハロメタン生成能や 2 MIB 等の臭気物質は水道水質基準に適合していた.

4. アルミニウム（溶存態）

アルミニウム（水中に溶け込んでいるアルミニウム）は伊岐佐ダム及び放流河川では事前調査から事後調査を通じて水道水質基準 0.2mg/l 以下であり，水道水質基準に適合していた．流入河川は<0.02~0.02mg/L，伊岐佐ダム及び放流河川は<0.02~0.02mg/L であった.

5. 底質項目

底質 20 項目について強熱減量，窒素，リン，重金属類，農薬類，粒度組成等について事前調査と事後調査を比較したが，大きな変動は確認されなかった.

6. まとめ

生活環境項目，健康項目，水道水源項目，アルミニウム，底質項目について事前調査及び事後調査の比較を行った．短期的にも長期的にも異常な値は検出されず，処理後の基準項目はすべて適合しており，水質及び底質について短期，長期的に高い安全性が確認された.

3.6 生物への影響

表 3-8 は Lumilite 処理後のダム湖及び下流河川の生物状況をまとめたものである．処理期間中に魚類が河川流入部に群れていることが確認されたが，処理後の長期的な状況確認調査では魚類や甲殻類等の斃死や異常行動は確認されなかった．

表 3-8　　ダム湖及び下流河川の生物生息状況確認調査結果

期間		対象水域 ダム湖域	放流河川域	備考
散布期間	2007年12月19日～24日	異常なし	異常なし	処理直後の湖面表面に仔魚の群れが確認される。 ダム湖内では河川流入部に仔魚が集中。
散布～約1か月後	2008年1月	異常なし	異常なし	湖面に仔魚の群れ、下流に魚群が確認される。
～約2か月後	2008年2月	異常なし	異常なし	下流で以前から生息していたコイ10尾程度が確認される。
～約3か月後	2008年3月	異常なし	異常なし	
～約4か月後	2008年4月	異常なし	異常なし	
～約9か月後	2008年5月～9月	異常なし	異常なし	ダム湖内にスジエビが多く確認される。
～約12か月後	2008年10月～12月	異常なし	異常なし	処理以前から確認されていたオオマリコケムシが確認される。

4. 考察

4.1 Limilite 処理効果

現地状況の変化を写真 4-1 に示す。問題となっていたフミン質由来と思われる赤み（褐色）は消え、清涼な水色を示している。水はダム湖内及び見帰りの滝同様に淡黄色から無色透明に変化し、ダム湖の透明度は 2.8m から 8.0m を示す等、Lumilite 技術による処理効果が示された．また、水質的にもフミン質等の着色要因の指標とした色度は 7.8-8.8 度が 4.7-4.8 度へと変化し，併せて COD や TOC といった水中の有機物に関連する項目も低下したことからフミン質（着色要因）を含む有機物の低下が確認された．現地状況の変化や水質の変化から着色要因を改善するという Lumilite 技術の処理効果が明確に示された。

写真 4-1　　伊岐佐ダムにおける Lumilite 処理効果

処理前：2007 年 12 月 18 日撮影　　処理後：2008 年 1 月 17 日撮影

4.2 長期的な効果

2009 年 1 月（処理 13 か月後）の調査により明らかとなった長期的な効果について以下に示す．写真 4-2 に処理 13 か月後（2009 年 1 月）の状況を示す．

写真 4-2　　2009 年 1 月（処理 13 か月後）の状況

2009 年 1 月（処理 13 か月後）にはダム表層は薄い緑色を呈し，透明度は 4.3m を示した。ダム流入部は澄み渡り，河床が確認できるほどであった．見帰りの滝においてもダム湖と同様な状態を示し，滝つぼ内の底の岩が確認できる状態となった．ダム湖内及び見帰りの滝の水は無色透明で透視度は100cm以上を示した．この状態はLumilite処理後の2008年1月末から4月の状況と非常によく似ている．

水質的には処理前の 1 月の色度はダム表層平均 10.5 度（6-15 度），放流水平均 10.5 度（6-15 度）に対し，処理 1 年後にダム表層 3.9 度，放流水 3.6 度を示し，非常に低い色度を示していることがわかる

図 4-1 に伊岐佐ダム表層及び見帰りの滝（放流水）の処理前 1 月平均値、2008 年 1 月（処

理 1 か月後）及び 2009 年 1 月（処理 13 ヶ月後）の比較図を示す．それぞれの比較では処理前に比べ、処理後のデータはどちらも内側に位置しており，また，その形状はよく似ている．表 4-1 に示すデータからも処理前 1 月平均値に対する比率は処理後の 2008 年 1 月と 2009 年 1 月とではほぼ同じである．

2009 年 1 月までには出水による濁質や有機物の流入，金属類の溶出等，様々な自然的要因により伊岐佐ダムはその様子を変化させている．そのような影響を受けつつも，処理 13 か月後に処理 1 か月後と同レベルの清涼感のある状態へと戻っており，明らかに処理効果が継続していると判断される．

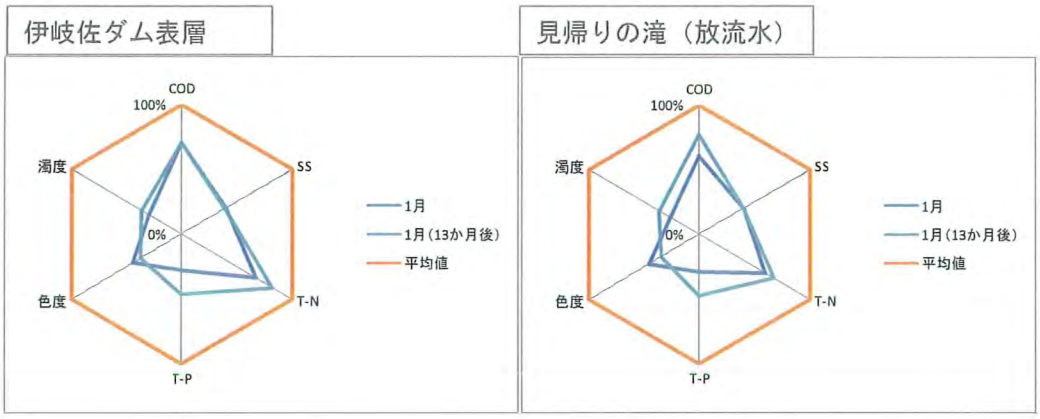


図 4-1　　処理後の水質比較（1 月）

1 月　　：　2008 年 1 月 30 日（処理 1 か月後）

1 月（13 か月後）：　2009 年 1 月 27 日（処理 13 か月後）

平均値　　：　2006 年 1 月 27 日・2007 年 1 月 5 日

注）項目は過去との比較に対応するため 6 項目に限定

表 4-2　　処理後の水質比較（1 月）

(a) 伊岐佐ダム表層

項目	伊岐佐ダム表層				
	1 月平均値	2008 年 1 月	比率（削減率）	2009 年 1 月	比率（削減率）
COD（mg/L）	1.7	1.2	71%(29%)	1.2	71%(29%)
SS（mg/L）	3	<1	40%※1(60%)	1	40%(60%)
T-N（mg/L）	0.40	0.27	68%(32%)	0.33	83%(17%)
T-P（mg/L）	0.022	0.006	28%(72%)	0.010	47%(53%)
色度（度）	10.5	4.7	45%(55%)	3.9	37%(63%)
濁度（度）	3.1	0.9	30%(70%)	1.1	36%(64%)

(b) 見帰りの滝（放流水）

項目	見帰りの滝（放流水）				
	1 月平均値	2008 年 1 月	比率（削減率）	2009 年 1 月	比率（削減率）
COD（mg/L）	1.7	1.1	61%(39%)	1.4	78%(22%)
SS（mg/L）	3	<1	40%※1(60%)	1	40%(60%)
T-N（mg/L）	0.40	0.23	60%(40%)	0.26	68%(32%)
T-P（mg/L）	0.022	0.006	29%(71%)	0.01	48%(52%)
色度（度）	10.5	4.8	46%(54%)	3.6	34%(66%)
濁度（度）	3.1	0.8	27%(73%)	1.1	37%(63%)

※1…報告下限値以下の数値については「<」を外した数値で計算.

4.3　ダム直下河床の変化

写真 4-3 は 2006 年 8 月 9 日ダム直下で撮影されたものである．写真では河床が珪藻類や緑藻類などに覆われ，流下する水も黄白色を呈しており，水深が浅い場所でも河床がはっきりと認識できない状況であった．景観的にも人が親水空間として利用（水の中に入りたいと思う）しにくい環境と考えられる．これはフミン質や鉄等による水の着色や河床に繁殖する付着藻類によると考えられる．

写真 4-4 は写真 4-3 と同様な場所を 2008 年 1 月 17 日（処理 24 日後）に撮影したものである．清涼な状態の継続期間では透明な水が流れる状況を示している．

写真 4-5 は 2008 年 8 月 9 日（処理 229 日後）の状況を示している．2 年前の写真である写真 4-3 と比較すると河床で付着しているケイ藻類や緑藻類の量が少なく，河床もよく見える状況であった．

この現象について考えられることを以下に示す．

Lumilite 処理により色度やその他水質の濃度低下からダム湖内のフミン質を大幅に低下させたと考えられる．清涼な状態の継続期間は約 3.5 か月間であり，この間の放流水のフミン質濃度は非常に低かったと考えられる．珪藻類等の植物プランクトンはフミン質を必須栄養素として利用しているため，フミン質濃度が低い場合は繁殖が抑制されることとなる．したがって春先までの付着藻類の抑制効果については十分予想される．しかし，直接的な処理効果継続期間を過ぎた約 7 カ月後においても付着藻類が抑制されていたことから，放流水のフミン質濃度が低い状態で推移していたことが示される結果となり，伊岐佐ダムの処理効果が継続されていたと考えられる．

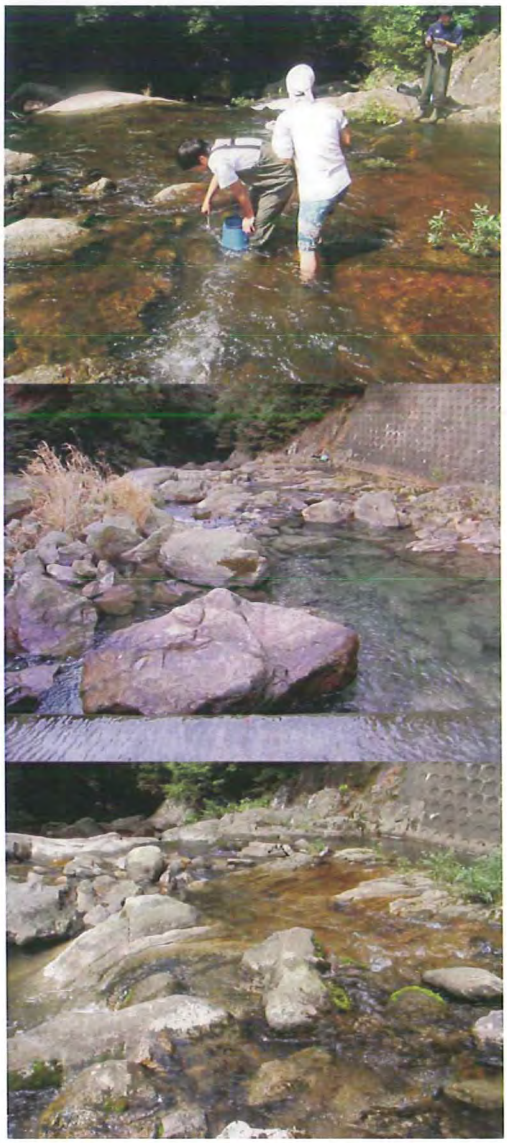


写真 4-3　ダム直下（2006 年 8 月 7 日）

写真 4-4　ダム直下（2008 年 1 月 17 日）

写真 4-5　ダム直下（2008 年 8 月 9 日）

4.4 着色の発生について

処理対象とした伊岐佐ダムの水の着色現象について考えられることを以下に述べる。

伊岐佐ダムの特徴はダムの規模に比べ集水面積が大きく，急斜面をもつことで斜面から土砂や葉っぱ，樹木が入りやすい構造になっていることである．したがって，出水時には斜面から腐食土，葉っぱ，流木等の有機物がダム湖内に流入し、堆積する．堆積した有機物は長期間に渡って分解されフミン質（生物的に分解が終了した物質）が水中に放出される．

また、着色要因の一因と考えられる鉄はフミン質とは異なる発生をする。鉄はフミン質同様、堆積した有機物等に由来すると考えられる。しかし、分解の過程において水中の酸素（溶存酸素）豊富な状態では溶出（イオン化）することはない。鉄の溶出には嫌気的雰囲気（貧酸素化、酸化還元電位の低下）が大きく関係する。

水深数 m 以上の湛水域では水温躍層が形成される。北部九州の場合、4 月下旬から 11 月末にかけて水温躍層が形成される。水は水温が高いと比重は軽く、水温が低いと比重は重いため、冬季に水温が低くなった水は重い（水の場合は4℃がもっとも比重が重い）。春先より表層の水が徐々に温められると表層の比重は軽くなり一定水深以上で循環するようになる。すると水温躍層が形成され、水は上下に分離される。水温躍層を挟んで上下に混合することはなく、水温躍層より下の水は閉じ込められる形なり、場合によっては水温躍層が消える 11 月末まで留まる。

表層で繁殖したプランクトンの死骸や流入する有機物等は水温躍層には関係なく底に堆積する。微生物による有機物の分解には酸素が消費されるため底層の酸素が消費されるが水温躍層で上下が分断されているため新たな酸素の供給がなく、次第に貧酸素化していく。水中に酸素のない状態が進行し、嫌気的雰囲気となり鉄は 2 価の鉄イオン（Fe^{2+}）となり水中へ溶出する。

秋以降、表層水温が冷やされ次第に比重が重くなり下部の水と入れ替わることを繰り返す状態となる。これが鉛直混合である。この鉛直混合が水温躍層以下に到達すると貧酸素域の水が酸素の豊富な水と接することにより嫌気的雰囲気が好気的雰囲気へと変化する。イオン化していた鉄イオン（Fe^{2+}）は酸化され水酸化第二鉄 $Fe(OH)_2$ や酸化鉄等の微粒子となり褐色から黒色を呈する。平成 20 年 12 月（処理 12 か月後）の現象がこの鉄の酸化現象による着色である。このとき、一部の鉄はフミン質と錯体を形成し水中に溶け込むと考えられる。水酸化第二鉄 $Fe(OH)_2$ 等は水に溶け込んでいるわけではないため次第に沈降し、水中から無くなるが、フミン質は沈降せずに水中に留まることとなる。

そのような現象が繰り返され、1979 年の湛水開始から徐々にフミン質濃度が高まり、16 年の歳月をかけて 1995 年頃にフミン質による着色現象が発現したものと考えられる。

4.5 着色の改善効果

今回の Lumilite 処理により，清涼な状態の継続期間に加え，その後 13 ヶ月後までの状況及びダム直下河床の状況より，長期的なフミン質の低下が示される結果となった．このことはこれまで水中に蓄積された着色現象を発現する濃度のフミン質を湛水初期の状態にリセットしたと考えることができる．今後，どの程度，着色現象を抑えるかが課題となる。現在、堆積している有機物量は湛水初期に比べ圧倒的に多く，フミン質は処理前と同等に水中に放出されやすい状況にある考えられる。したがって、湛水後に着色現象が発生した 16 年間という期間は維持できないと考えられるが，少なくとも数年間の着色現象の抑制（効果継続）の可能性は十分に期待される．

この着色現象の改善はこれまでの伊岐佐ダムおよび見返りの滝の印象を一変させた。これまでは双方が褐色を帯びており印象としてとても清涼な状態といえない状況であった。観光客からは「赤みがかっている」、「水が汚い」等の意見も聞こえており、観光資源として良好な印象を持たれてはいなかった。しかし、Lumilite 処理後の平成 20 年 8 月には見返りの滝や下流のほたる橋では足を入れたり遊泳する人々が数多く見受けられ、親しみやすい、水の中に入りたいと思うような良好な景観へと変貌を遂げている。

これまでダム貯水池での水質問題は長期濁水現象、アオコ現象、淡水赤潮現象等に対して改善対策が検討され、選択取水設備や循環曝気施設の導入、紫外線照射設備や淡水赤潮処理設置等、様々な方法が採用または検討されている。しかし、莫大な対策費用と維持費用が発生し、緊急対策としての機動性や処理能力を持ち合わせてはいない。しかも伊岐佐ダムの水処理のように明らかに着色が認められるものの、水質的には貧栄養湖と分類され分類されるため対策ができなかった。Lumilite 処理はこのような着色要因に悩むダム湖の処理に活路を開いただけではなく、迅速に、安全に、且つ長期的に水を処理できることを証明した。

Lumilite 処理は着色現象以外に濁水現象、アオコ現象、淡水赤潮現象等に対しての処理効果が確認されており、今後の様々な水質異常に対して緊急的な、且つ安全な処理対策として画期的な手法になりえると考えられる。

5. まとめ

- ダム湖内及び見帰りの水は淡黄色から無色透明に変化し、ダム湖の透明度は 2.8m から 8.0m を示す等、Lumilite 技術による処理効果が示された．水質的にもフミン質等の着色要因の指標とした色度は 7.8-8.8 度が 4.7-4.8 度へと変化し，併せて COD や TOC といった水中の有機物に関連する項目も低下したことからフミン質（着色要因）を含む有機物の低下が確認された．現地状況の変化や水質の変化から着色要因を改善するという Lumilite 技術の処理効果が明確に示された。
- 2009 年 1 月（処理 13 か月後）にはダム表層は薄い緑色を呈し，透明度は 4.3m を示した。ダム湖内及び見帰りの滝の水は無色透明で透視度は 100cm 以上を示した．この状態は Lumilite 処理後の 2008 年 1 月末（処理 1 か月後）から 4 月（処理 4 か月後）の状況と同様である．出水による濁質や有機物の流入，金属類の溶出等，様々な自然的要因の影響を受けつつも，処理 13 か月後に処理 1 か月後と同レベルの清涼感のある状態へと戻っており，明らかに処理効果が継続していると判断される．
- 今回の Lumilite 処理により，清涼な状態の継続期間に加え，その後 13 ヶ月後までの状況及びダム直下河床の状況より，長期的なフミン質の低下が示される結果となった．このことはこれまで水中に蓄積された着色現象を発現する濃度のフミン質を湛水初期の状態にリセットしたと考えることができる．現在、堆積している有機物量は湛水初期に比べ圧倒的に多く，フミン質は処理前と同等に水中に放出されやすい状況にある考えられるため、湛水後に着色現象が発生した 16 年間という期間は維持できないと考えられるが，少なくとも数年間の着色現象の抑制（効果継続）の可能性は十分に期待される．
- Lumilite 処理は着色要因に悩むダム湖の処理に活路を開いただけではなく、迅速に、安全に、且つ長期的に水を処理できることを証明した。

6. 謝辞

伊岐佐ダム水質浄化実験を実施するにあたり，伊岐佐川流域の住民の方々，佐賀県ダム管理事務所，唐津市をはじめ，多くの方にご協力をいただきました．ここに，心より感謝の意を表します．

7. 引用文献

佐賀県西部地区ダム事務所. (2006 年 3 月). 伊岐佐ダムダム水質保全調査委託.

Ki-Ho Park , Polluted Water Treatment of Dam and Reservoir using Zeolite, 韓國産業應用學會論文集 第 8 券 第 2 號/ 2005. 5. 31

Jin Kook Lee, Ki Ho Park, Chang Oh Choo, 2008, Characteristics of Mineralogy and Nanocrystals of Ingredient Materials of Lumilite® for Water Treatment. J. Miner. Soc. Korea, 21(1), 27~35.